PGS.TS. NGUYỄN XUÂN TRƯỜNG - ThS. QUÁCH VĂN LONG
ThS. HOÀNG THỊ THUÝ HƯƠNG

KĨ THUẬT giải nhanh bài toán hay & khó

HOÁ HỌC 10

(Bồi dưỡng học sinh giỏi, chuyên Hoá)

ĐH QG Hà Nội NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
16 Hàng Chuối – Hai Bà Trưng – Hà Nội
Điện thoại: Biên tập – Chế bản: (04) 39714896
Hành chính: (04) 39714899; Tổng Biên tập: (04)39715011;
Fax: (04) 39729436

* * *

Chịu trách nhiệm xuất bản:
Giám đốc - Tổng biên tập: TS. PHẠM THỊ TRÂM

Biên tập: PHẠM THU HƯƠNG
Sửa bài: NHÀ SÁCH HỒNG ÂN

Chế bản: NGUYỄN KHỞI MINH
Trình bày bìa: VÕ THỊ THỪA

Đối tác liên kết xuất bản:
Nhà sách HỒNG ÂN

SÁCH LIÊN KẾT

KĨ THUẬT GIẢI NHANH BÀI TOÁN HAY VÀ KHÓ HÓA HỌC 10

Mã số: 1L- 399ĐH2014
In 2.000 cuốn, khổ 17 × 24cm tại Công ti Cổ phần Văn Hoá Văn Lang.
Số xuất bản: 1323-2014/CXB/05-232/ĐHQGHN, ngày 4/7/2014.
Quyết định xuất bản số: 397LK-TN/QĐ - NXBĐHQGHN.
In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2014.

Lời nói đầu

Các em học sinh thân mến!

Việc nắm vững kiến thức lí thuyết và các kĩ thuật giải nhanh từng loại bài tập hóa học có ý nghĩa quyết định đến chất lượng học tập bộ môn Hóa học, đặc biệt là phát triển năng lực tư duy và rèn luyện trí thông minh, sáng tạo cho các em.

Xuất phát từ suy nghĩ đó mà chúng tôi biên soạn bộ sách gồm ba quyển:

Quyển 1: Kĩ thuật giải nhanh bài toán hay và khó Hóa học 10.

Quyển 2: Kĩ thuật giải nhanh bài toán hay và khó Hóa học 11.

Quyển 3: Kĩ thuật giải nhanh bài toán hay và khó Hóa học 12

Hy vọng rằng với cách trình bày đầy đủ, súc tích, khai thác được mọi khía cạnh kiến thức theo từng loại bài tập sẽ giúp cho các em nhanh chóng lĩnh hội được nguồn tri thức phong phú về hóa học. Từ đó, đạt kết quả cao nhất trong các kì thi.

Dù đã hết sức cố gắng trong quá trình biên soạn, nhưng bộ sách khó tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Các tác giả chân thành cảm ơn ý kiến đóng góp của các thầy giáo, cô giáo và các em học sinh gần xa để lần tái bản bộ sách sẽ được hoàn thiện hơn.

Các tác giả

O CHƯƠNG I

NGUYÊN TỬ

A. LÍ THUYẾT CƠ BẢN VÀ NÂNG CAO

I. THÀNH PHẦN CẤU TẠO NGUYÊN TỬ

1. Electron

Năm 1987, Tôm - xơn (J.J. Thomson), nhà bác học người Anh, khi nghiên cứu hiện tượng phóng điện trong chân không đã phát hiện ra tia âm cực, mà bản chất là chùm hạt mang điện tích âm, gọi là các hạt electron.

Bằng thực nghiệm, người ta đã xác định được khối lượng và điện tích của electron.

Khối lượng: $m_e = 9,1094.10^{-31}$ kg

Điện tích: $q_e = -1,602.10^{-19}$ C (cu-lông)

Người ta chưa phát hiện được điện tích nào nhỏ hơn $1,602.10^{-19}$C nên nó được dùng làm điện tích đơn vị, điện tích của electron được quy ước là 1-.

2. Sự tìm ra hạt nhân nguyên tử

Năm 1911, Rơ-dơ-pho (E.Rutherford) và các cộng sự đã cho các hạt α bắn phá một lá vàng mỏng và dùng màn huỳnh quang đặt sau lá vàng để theo dõi đường đi của hạt α. Kết quả thí nghiệm cho thấy hầu hết các hạt α đều xuyên thẳng qua lá vàng, nhưng có một số ít hạt đi lệch hướng ban đầu và một số rất ít bị bật lại phía sau khi gặp lá vàng. Điều này chỉ có thể được giải thích là nguyên tử có cấu tạo rỗng, các electron chuyển động tạo ra vỏ electron bao quanh một hạt mang điện tích dương có kích thước rất nhỏ so với kích thước của nguyên tử, nằm ở tâm nguyên tử. Đó là hạt nhân của nguyên tử.

3. Cấu tạo của hạt nhân nguyên tử

a) Sự tìm ra proton

Năm 1918, Rơ-dơ-pho khi bắn phá hạt nhân nguyên tử nitơ bằng hạt α đã quan sát được sự xuất hiện hạt nhân nguyên tử oxi và một loại hạt có khối lượng $1,6726.10^{-27}$ kg, mang một đơn vị điện tích dương (e_0 hay 1+). Hạt này là một thành phần cấu tạo của hạt nhân nguyên tử được gọi là proton, kí hiệu bằng chữ p.

b) Sự tìm ra nơtron

Năm 1932, Chat-uých (J.Chatwick) dùng hạt α bắn phá hạt nhân nguyên tử beri đã quan sát được sự xuất hiện một loại hạt mới có khối lượng xấp xỉ khối lượng của proton, nhưng không mang điện gọi là hạt nơtron, kí hiệu bằng chữ n.

Như vậy, hạt nhân nguyên tử của mọi nguyên tố đều có các hạt proton và nơtron.

Kết luận: Thành phần cấu tạo của nguyên tử gồm:

Hạt nhân nằm ở tâm của nguyên tử gồm các hạt proton và nơtron

Vỏ nguyên tử gồm các electron chuyển động xung quanh hạt nhân nguyên tử.

Khối lượng và điện tích của các hạt:

Đặc tính hạt	Vỏ nguyên tử	Hạt nhân	
	electron (e)	proton (p)	nơtron (n)
Điện tích (q)	$q_e = -1,602.\ 10^{-19}C$ hay $q_e = 1-$	$q_p = 1,602.10^{-19}C$ hay $q_p = 1+$	$q_n = 0$
Khối lượng (m)	$m_e = 9,1094.10^{-31}kg$	$m_p = 1,6726.10^{-27}kg$	$m_n = 1,6748.10^{-27}kg$

II. KÍCH THƯỚC, KHỐI LƯỢNG NGUYÊN TỬ

1. Kích thước

- Nguyên tử được xem như một khối cầu, đường kính độ 0,1nm = 1Å = 10^{-10}m. Nguyên tử nhỏ nhất là H có bán kính khoảng 0,053 nm.
- Hạt nhân nguyên tử xem như một khối cầu, đường kính khoảng 10^{-4}Å.
- Đường kính của hạt nhân nguyên tử còn nhỏ hơn, vào khoảng 10^{-5} nm.
- Đường kính của electron và của proton còn nhỏ hơn nhiều (khoảng 10^{-8} nm).

Electron chuyển động xung quanh hạt nhân trong không gian rỗng của nguyên tử.

2. Khối lượng nguyên tử

- Điện tích của proton và electron có trị số trị số tuyệt đối bằng nhau. Nhưng khối lượng của proton gấp 1836 lần khối lượng của electron.
- Khối lượng của nguyên tử bằng tổng số khối lượng của proton, nơtron và electron:

$$m_{NT} = \Sigma m_p + \Sigma m_n + \Sigma m_e$$

Nhưng vì khối lượng electron quá nhỏ so với khối lượng proton, nên ta xem như khối lượng nguyên tử gần bằng tổng số khối lượng proton và nơtron.

- Để biểu thị khối lượng của nguyên tử, phân tử và các hạt proton, nơtron, electron người ta dùng đơn vị khối lượng nguyên tử, kí hiệu là u (còn được gọi là đvC).

1u bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng của một nguyên tử đồng vị cacbon 12, nguyên tử này có khối lượng là $19,9265.10^{-27}$ kg.

$$1u = \frac{19,9265.10^{-27}}{12} = 1,6605.10^{-27}\ kg$$

Khối lượng của 1 nguyên tử hiđro là $1,6738.10^{-27}$ kg ≈ 1u.

Khối lượng của 1 nguyên tử cacbon là $19,9265.10^{-27} \approx 12$u.

III. HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

1. Điện tích hạt nhân Z

Số đơn vị điện tích hạt nhân Z = số proton = số electron.

2. Số khối A

Bằng tổng số hạt proton và số nơtron.

$$A = Z + N \text{ hay } A = \Sigma p + \Sigma n$$

IV. NGUYÊN TỐ HÓA HỌC

1. Định nghĩa

Nguyên tố hoá học là những nguyên tử có cùng điện tích hạt nhân.

Những nguyên tử có cùng điện tích hạt nhân đều có tính chất hóa học giống nhau.

2. Số hiệu nguyên tử

Số điện tích hạt nhân nguyên tử của một nguyên tố được gọi là số hiệu nguyên tử của nguyên tố đó.

Số hiệu nguyên tử (kí hiệu là Z) cho biết:

- Số proton trong hạt nhân nguyên tử.
- Số electron trong nguyên tử.

Nếu biết số khối A và số hiệu nguyên tử Z ta biết được số proton, số nơtron ($N = A - Z$) có trong hạt nhân nguyên tử và số electron của nguyên tử đó.

3. Kí hiệu nguyên tử

Số đơn vị điện tích hạt nhân và số khối được coi là những đặc trưng cơ bản của nguyên tử. Để kí hiệu nguyên tử, người ta thường ghi các chỉ số đặc trưng ở bên trái kí hiệu nguyên tố X với số khối A ở phía trên, số hiệu nguyên tử Z ở phía dưới: ${}^{A}_{Z}X$

V. ĐỒNG VỊ

1. Định nghĩa

Đồng vị của cùng một nguyên tố hoá học là những nguyên tử có cùng số proton nhưng khác số nơtron, do đó số khối A của chúng khác nhau.

2. Nguyên tử khối trung bình

- Là khối lượng nguyên tử trung bình của hỗn hợp các đồng vị (còn gọi là nguyên tử lượng trung bình), kí hiệu là $\overline{A}$
- Nguyên tử khối trung bình: $\overline{A} = \dfrac{\Sigma x_i A_i}{\Sigma x_i}$

Với i: 1, 2, 3,…; x_i: Số nguyên tử ; A_i: Khối lượng nguyên tử.

Với nguyên tố có 2 đồng vị A, B: $\overline{A} = \dfrac{aA + bB}{100}$

VI. VỎ NGUYÊN TỬ

1. Sự chuyển động của electron trong nguyên tử

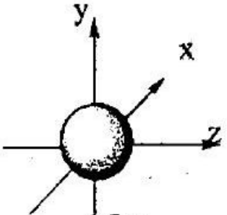
Electron là phần tử mang điện tích âm, chuyển động trong nguyên tử không theo một quĩ đạo xác định. Vì chuyển động rất nhanh nên electron tạo thành quanh hạt nhân một vùng không gian mang điện âm gọi là mây electron hay obitan nguyên tử.

2. Obitan

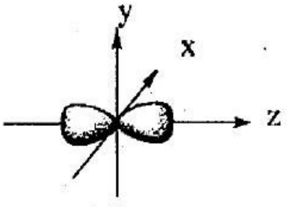
• Obitan nguyên tử là khu vực không gian xung quanh hạt nhân mà tại đó xác suất có mặt (xác suất tìm thấy) electron khoảng 90%. Obitan nguyên tử được kí hiệu là AO (Atomic Orbital).

3. Hình dạng obitan nguyên tử

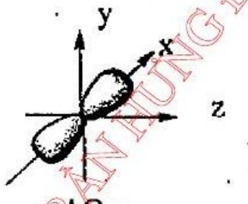
Khi chuyển động trong nguyên tử, các electron có thể chiếm những mức năng lượng khác nhau đặc trưng cho trạng thái chuyển động của nó. Những electron chuyển động gần hạt nhân hơn, chiếm những mức năng lượng thấp hơn tức là ở trạng thái bền hơn, những electron chuyển động ở xa hạt nhân có năng lượng cao hơn. Dựa trên sự khác nhau về trạng thái của electron trong nguyên tử, người ta phân loại thành các obitan s, obitan p, obitan d và obitan f. Hình dạng các obitan s và p được biểu diễn trên hình sau:



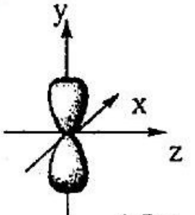
AO s



AO p_z



AO p_x



AO p_y

Từ hình ảnh các obitan nguyên tử, chúng ta thấy:

Obitan s có dạng hình cầu, tâm là hạt nhân nguyên tử

Obitan p gồm 3 obitan p_x, p_y và p_z có dạng hình số tám nổi. Mỗi obitan có sự định hướng khác nhau trong không gian.

Obitan d, f có hình dạng phức tạp hơn.

4. Lớp và phân lớp electron

a) Lớp electron

Trong nguyên tử, các electron được sắp xếp thành từng lớp, các lớp được sắp xếp từ gần hạt nhân ra ngoài. Các electron trên cùng một lớp có *năng lượng gần bằng nhau.* Những electron ở lớp trong liên kết với hạt nhân bền chặt hơn những electron ở lớp ngoài. Do đó, năng lượng của electron ở lớp trong thấp hơn năng lượng của electron ở lớp ngoài. Vì vậy, năng lượng của electron chủ yếu phụ thuộc vào số thứ tự của lớp.

Thứ tự các lớp electron được ghi bằng các số nguyên n = 1, 2, 3, ..., 7

n	1	2	3	4	5	6	7
Tên lớp	K	L	M	N	O	P	Q

Theo trình tự sắp xếp trên, lớp K (n = 1) là lớp gần hạt nhân nhất. Năng lượng của electron trên lớp này là thấp nhất. Sự liên kết giữa electron trên lớp này với hạt nhân là bền chặt nhất, rồi tiếp theo là những electron của lớp ứng với n lớn hơn có năng lượng cao hơn.

Số electron tối đa trong mỗi lớp được xác định bởi công thức $2n^2$ với $1 \leq n \leq 4$ (n là số thứ tự của lớp). Vậy:

lớp K (n = 1) có tối đa 2e
lớp L (n = 2) có tối đa 8e
lớp M (n = 3) có tối đa 16e
lớp N (n = 4) có tối đa 32e

Các lớp 5, 6, 7 cũng tối đa 32e vì số nguyên tố tìm thấy hiện nay chưa đủ.

b) Phân lớp electron

Mỗi lớp electron phân chia thành các phân lớp được kí hiệu bằng các chữ cái viết thường: s, p, d, f.

Các electron trên cùng một phân lớp có *năng lượng bằng nhau*.

Lớp thứ n có n phân lớp ($1 \leq n \leq 4$). Các lớp có $n \geq 5$ có 4 phân lớp.

Electron ở phân lớp nào thì gọi tên theo phân lớp đó.

Số electron tối đa trong phân lớp như sau:

* Phân lớp	s	có tối đa 2e, kí hiệu	s^2
* Phân lớp	p	có tối đa 6e, kí hiệu	p^6
* Phân lớp	d	có tối đa 10e, kí hiệu	d^{10}
* Phân lớp	f	có tối đa 14e, kí hiệu	f^{14}

Các phân lớp: s^2, p^6, d^{10} và f^{14} có đủ số electron tối đa gọi là *phân lớp bão hoà*. Còn phân lớp chưa đủ số electron tối đa gọi là *phân lớp chưa bão hoà*. Thí dụ các phân lớp s^1, p^3, d^7, f^{12}, ...

VII. NĂNG LƯỢNG CỦA ELECTRON TRONG NGUYÊN TỬ VÀ CẤU HÌNH ELECTRON

1. Năng lượng của electron trong nguyên tử

a) Mức năng lượng obitan nguyên tử

Trong nguyên tử, các electron trên mỗi obitan có một năng lượng xác định. Người ta gọi mức năng lượng này là *mức năng lượng obitan nguyên tử* (mức năng lượng AO).

Các electron trên các obitan khác nhau của cùng một phân lớp có năng lượng như nhau. Thí dụ: Ứng với n = 2, ta có hai phân lớp 2s và 2p. Phân lớp 2s chỉ có một obitan 2s, còn phân lớp 2p có 3 obitan: $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$. Các electron của các obitan p trong phân lớp này tuy có sự định hướng trong không gian khác nhau, nhưng chúng có cùng mức năng lượng AO.

b) Trật tự các mức năng lượng obitan nguyên tử

Thực nghiệm và lí thuyết cho thấy khi số hiệu nguyên tử Z tăng, các mức năng lượng AO tăng dần theo trình tự sau:

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p 6f 7d 7f

Từ trình tự mức năng lượng AO trên cho thấy khi điện tích hạt nhân tăng có sự *chèn mức* năng lượng, mức 4s trở nên thấp hơn 3d, mức 5s thấp hơn 4d, 6s thấp hơn 4f, 5d, ...

2. Các nguyên lí và qui tắc phân bố electron trong nguyên tử

a) Nguyên lí Pau-li

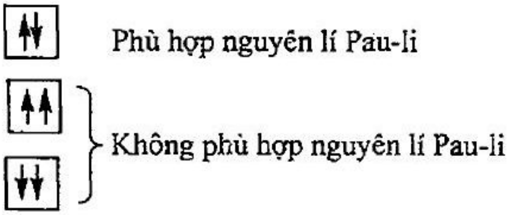
- *Ô lượng tử*

Để biểu diễn obitan nguyên tử một cách đơn giản, người ta còn dùng ô vuông nhỏ, được gọi là ô lượng tử. Một ô lượng tử ứng với một AO.

- *Nguyên lí Pau-li*

Trên một obitan chỉ có thể có nhiều nhất hai electron và hai electron này chuyển động tự quay khác chiều nhau xung quanh trục riêng của mỗi electron.

Thí dụ:

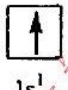


Trong một obitan đã có 2 electron, thì 2 electron đó được gọi là *electron ghép đôi*. Khi obitan chỉ có 1 electron thì electron đó gọi là *electron độc thân*.

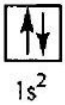
b) Nguyên lí vững bền

Ở trạng thái cơ bản, trong nguyên tử các electron chiếm lần lượt những obitan có mức năng lượng từ thấp đến cao. Thí dụ:

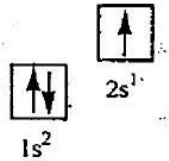
Nguyên tử hiđro (Z = 1) có 1 electron, electron này sẽ chiếm obitan 1s (AO-1s) có mức năng lượng thấp nhất. Do đó có thể biểu diễn sự phân bố electron của nguyên tử hiđro là:

H (Z = 1): 

Nguyên tử heli (Z = 2) có 2 electron. Theo nguyên lí Pau-li, hai electron này cùng chiếm obitan 1s có mức năng lượng thấp nhất. Bởi vậy sự phân bố electron trên obitan của heli là:

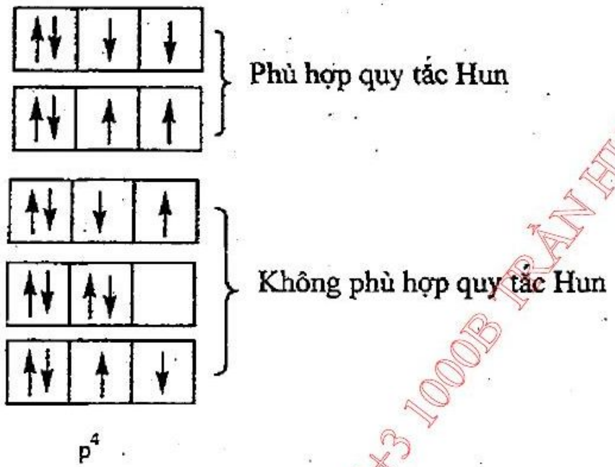
He (Z = 2): 

Nguyên tử liti (Z = 3) có 3 electron, 2 electron trước chiếm obitan 1s và đã bão hoà, electron còn lại chiếm obitan 2s tiếp theo có mức năng lượng cao hơn. Do đó sự phân bố electron trên các obitan của liti là:

Li (Z = 3): 

c) Quy tắc Hun

Trong cùng một phân lớp, các electron sẽ phân bố trên các obitan sao cho số electron độc thân là tối đa và các electron này phải có chiều tự quay giống nhau. Thí dụ:



3. Cấu hình electron nguyên tử

a) Cấu hình electron nguyên tử

Cấu hình electron nguyên tử biểu diễn sự phân bố electron trên các phân lớp thuộc các lớp khác nhau.

Quy ước cách viết cấu hình electron nguyên tử:

- Số thứ tự lớp electron được viết bằng các chữ số (1, 2, 3, …)
- Phân lớp được kí hiệu bằng chữ cái thường (s, p, d, f)
- Số electron được ghi bằng chỉ số ở phía trên, bên phải của phân lớp.

Cách viết cấu hình electron nguyên tử

- Xác định số electron của nguyên tử
- Các electron được phân bố theo thứ tự tăng dần các mức năng lượng AO, theo các nguyên lí và quy tắc phân bố electron trong nguyên tử (đối với các nguyên tử không có phân lớp d hoặc f thì thứ tự tăng dần mức năng lượng trùng với cấu hình electron).
- Viết cấu hình electron theo thứ tự các phân lớp trong một lớp và theo thứ tự các lớp electron.

Thí dụ:

- Mg (Z = 12)

Thứ tự tăng dần mức năng lượng ≡ cấu hình electron
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

• Mn (Z = 25): Do sự chèn mức năng lượng, các electron được phân bố như sau: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$

Sau đó phải sắp xếp các phân lớp theo từng lớp ⇒ Cấu hình electron
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ hoặc viết gọn là $[Ar]3d^5 4s^2$

[Ar] là cấu hình electron nguyên tử của nguyên tố argon, là khí hiếm gần nhất đứng trước Mn.

Chú ý:

1. Cần hiểu electron lớp ngoài cùng theo cấu hình electron chứ không phải theo thứ tự tăng dần mức năng lượng.

2. Đối với một số nguyên tố nhóm phụ (nhóm B), khi trên phân lớp d sát lớp ngoài cùng có 4 electron hoặc 9 electron thường xảy ra hiện tượng "bán bão hòa gấp" hoặc "bão hòa gấp". Tức là 1 electron trên phân lớp ns chuyển vào phân lớp (n - 1)d để làm bền phân lớp này.

Bán bão hoà gấp	Bão hoà gấp
$ns^2(n-1)d^4 \rightarrow (n-1)d^5ns^1$ $ns^2(n-1)d^4 \not\rightarrow (n-1)d^4ns^2$	$ns^2(n-1)d^9 \rightarrow (n-1)d^{10}ns^1$ $ns^2(n-1)d^9 \not\rightarrow (n-1)d^9ns^2$

Thí dụ: Cr (Z = 24): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$

Thực tế: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ (do hiện tượng "bán bão hòa gấp")

Cu (Z = 29): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$

Thực tế: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ (do hiện tượng "bão hòa gấp")

3. Cấu hình electron còn mở rộng cho cả ion, khi đó để viết cấu hình electron của ion, ta phải xuất từ cấu hình electron của nguyên tử, bằng cách bớt đi (cation) hoặc nhận vào (anion) số electron đúng bằng điện tích của ion.

Thí dụ: Cl (Z = 17): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 \Rightarrow Cl^-$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Fe (Z = 26): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 \Rightarrow Fe^{3+}$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$

b) Đặc điểm của lớp electron ngoài cùng

Các electron ở lớp ngoài cùng quyết định tính chất hoá học của một nguyên tố.

- Đối với nguyên tử của các nguyên tố, số electron lớp ngoài cùng tối đa là 8. Các nguyên tử có 8 electron lớp ngoài cùng đều rất bền vững, chúng hầu như không tham gia vào các phản ứng hoá học. Đó là các khí hiếm (trừ He có số electron lớp ngoài cùng là 2).

- Các nguyên tử có 1, 2, 3 electron ở lớp ngoài cùng là các nguyên tử kim loại (trừ H, He và B).

- Các nguyên tử có 5, 6, 7 electron ở lớp ngoài cùng thường là các nguyên tử phi kim.

VIII. CÁC SỐ LƯỢNG TỬ

Người ta dùng 4 số lượng tử: n, *l*, m, s để đặc trưng cho trạng thái của electron trong nguyên tử.

1. Số lượng tử chính (n)

- Có giá trị nguyên dương, quy định mức năng lượng của electron và kích thước của obitan. Nếu n có giá trị càng nhỏ thì electron liên kết với hạt nhân càng mạnh và ngược lại.

- Năng lượng của electron được xác định theo phương pháp gần đúng Slater:

• Nguyên tử hoặc ion có 1 electron: $E = -13,6.\frac{Z^2}{n^2}$ (eV)

Với Z là điện tích hạt nhân hay số hiệu nguyên tử. Chú ý $1eV = 1,6022.10^{-19}$ J

n là số lượng tử chính

Thí dụ: Tính năng lượng của electron trong nguyên tử H theo phương pháp Slater.

$$H\ (Z = 1): 1s^1 \Rightarrow E_{1s} = -13,6.\frac{1^2}{1^2} = -13,6\ eV$$

• Nguyên tử hoặc ion có nhiều electron:

- Trong nguyên tử hoặc ion có nhiều electron thì các electron ở lớp vỏ chịu sự tương tác của hạt nhân và của các electron khác. Electron cần xét bị hạt nhân hút và các electron còn lại đẩy, dẫn đến sự liên kết của electron đó với hạt nhân giảm.

- Năng lượng của electron được xác định bằng công thức gần đúng Slater:

$$E = -13,6\frac{Z^{*2}}{n^{*2}}\ (eV)$$

Trong đó: Z* là điện tích hạt nhân hiệu dụng

$Z^* = Z - A$

Với A là hằng số chắn: $A = \Sigma b_j$

n* là số lượng tử hiệu dụng

n	1	2	3	4	5	6...........
n*	1	2	3	3,7	4	4,2...........

Hằng số chắn A được xác định bởi bảng sau:

	Các e_j gây ảnh hưởng trên các lớp (n - 2), (n - 3), ...	Các e_j gây ảnh hưởng trên lớp (n - 1)	Các e_j trên lớp n đang xét			Các e_j gây ảnh hưởng trên lớp (n + 1), (n + 2), ...
			s, p	d	f	
Giá trị	1,0	0,85	0,35	0	0	0
	1,0	1,0	1,0	0,35	0	0
	1,0	1,0	1,0	1,0	0,35	0

Riêng AO_{1s} thì b = 0,3

Thí dụ: Áp dụng phương pháp gần đúng Slater, tính năng lượng electron trong các trường hợp sau:

a) He (Z = 2) b) N (Z = 7) c) Fe (Z = 26)

Giải

a) He (Z = 2): $1s^2 \Rightarrow b = 1.0,3 = 0,3$; $Z^* = 2 - 0,3 = 1,7$

$$\Rightarrow E_{1s} = -13,6.\frac{Z^{*2}}{n^{*2}} = -13,6.\frac{1,7^2}{1^2} = -39,304\,(eV)$$

b) N (Z = 7): $1s^22s^22p^3$

Ta có:

- Đối với electron 1s: $b = 0,3 \Rightarrow Z^* = 7 - 0,3 = 6,7$

$$\Rightarrow E_{1s} = -13,6.\frac{Z^{*2}}{n^{*2}} = -13,6.\frac{6,7^2}{1^2} = -610,504\,(eV)$$

- Đối với electron 2s hoặc 2p: $b = 2.0,85 + 4.0,35 = 3,1 \Rightarrow Z^* = 7 - 3,1 = 3,9$

$$\Rightarrow E_{2s} = E_{2p} = -13,6.\frac{Z^{*2}}{n^{*2}} = -13,6.\frac{3,9^2}{2^2} = -51,714\,(eV)$$

c) Fe (Z = 26): $1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$

Ta có:

- Đối với electron 1s: $b = 0,3 \Rightarrow Z^* = 26 - 0,3 = 25,7$

$$\Rightarrow E_{1s} = -13,6.\frac{Z^{*2}}{n^{*2}} = -13,6.\frac{25,7^2}{1^2} = -8982,664\,(eV)$$

- Đối với electron 2s hoặc 2p: $b = 2.0,85 + 7.0,35 = 4,15$

$\Rightarrow Z^* = 26 - 4,15 = 21,85$

$$\Rightarrow E_{2s} = E_{2p} = -13,6.\frac{Z^{*2}}{n^{*2}} = -13,6.\frac{21,85^2}{2^2} = -1623,2365\,(eV)$$

- Đối với electron 3s hoặc 3p: $b = 2.1,0 + 8.0,85 + 7.0,35 = 11,25$

$\Rightarrow Z^* = 26 - 11,25 = 14,75$

$$\Rightarrow E_{3s} = E_{3p} = -13,6.\frac{Z^{*2}}{n^{*2}} = -13,6.\frac{14,75^2}{3^2} = -328,761\,(eV)$$

- Đối với electron 3d: $b = 18.1,0 + 5.0,35 = 19,75 \Rightarrow Z^* = 26 - 19,5 = 6,25$

$$\Rightarrow E_{3d} = -13,6.\frac{Z^{*2}}{n^{*2}} = -13,6.\frac{6,25^2}{3^2} = -59,02\,(eV)$$

- Đối với electron 4s: $b = 10.1,0 + 14.0,85 + 1.0,35 = 22,25$

$\Rightarrow Z^* = 26 - 22,25 = 3,75$

$$\Rightarrow E_{4s} = -13,6.\frac{Z^{*2}}{n^{*2}} = -13,6.\frac{3,75^2}{4^2} = -11,95\,(eV)$$

2. Số lượng tử phụ l

- Trong một lớp, l có giá trị từ 0 đến (n - 1). Như vậy, ứng với một giá trị của n sẽ có n giá trị của l.

l	0	1	2	3	4	5
Kí hiệu	s	p	d	f	g	h

- Giá trị l cho biết:

+ Hình dạng AO (sự định hướng AO trong không gian). Thí dụ:

$l = 0 \Rightarrow$ Không có sự định hướng trong không gia (ứng với AO_s)

$l = 1 \Rightarrow$ Có một sự định hướng trong không gian (ứng với AO_p)

$l = 2 \Rightarrow$ Có 2 sự định hướng trong không gian (ứng với AO_d)

+ Giá trị năng lượng electron trong phân lớp

+ Nguyên tố thuộc khối nguyên tố nào. Nếu electron cuối cùng (điền theo mức năng lượng các AO) có $l = 0$ (khối ngyên tố s) ; $l = 1$ (khối nguyên tố p) ; $l = 2$ (khối nguyên tố d) ; $l = 3$ (khối nguyên tố f)

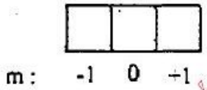
3. Số lượng tử từ m (hoặc m_l)

- Trong một phân lớp m nhận giá trị từ $-l$ đến $+l$. Như vậy, ứng với một giá trị của l có $2l + 1$ giá trị của m.

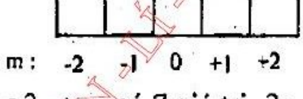
- Mỗi giá trị của m ứng với một obitan:

+ $l = 0 \Rightarrow m = 0 \Rightarrow$ Có 1 AO_s

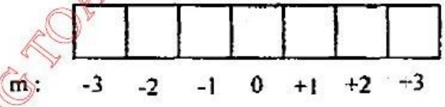
+ $l = 1 \Rightarrow$ m có 3 giá trị -1 ; 0 ; + 1 $\Rightarrow$ Có 3 AO_p



+ $l = 2 \Rightarrow$ m có 5 giá trị -2 ; -1 ; 0 ; +1 ; +2 $\Rightarrow$ Có 5 AO_d



+ $l = 3 \Rightarrow$ m có 7 giá trị -3 ; -2 ; -1 ; 0 ; +1 ; +2 ; +3 $\Rightarrow$ 7 AO_f



4. Số lượng tử spin S (hoặc m_S)

Cho biết chiều tự quay của electron (có thể xem spin như sự tự quay của electron xung quanh một trục tưởng tượng).

+ Nếu electron chuyển động theo chiều dương (theo chiều kim đồng hồ) thì S = +1/2

+ Nếu electron chuyển động theo chiều âm (ngược chiều kim đồng hồ) thì S = -1/2

Như vậy số lượng tử spin có hai giá trị: -1/2 và +1/2.

B. KĨ THUẬT GIẢI NHANH CÁC LOẠI BÀI TẬP

LOẠI 1. MỐI QUAN HỆ GIỮA CÁC HẠT PROTON, ELECTRON VÀ NƠTRON

Phương pháp:

- Nguyên tử trung hòa về điện nên:

  Số đơn vị điện tích hạt nhân $Z = \Sigma p = \Sigma e$

- Số khối $A = N + Z$

  (N là tổng số nơtron của nguyên tử)

- Gọi m là tổng số hạt proton, electon và nơtron trong nguyên tử. Ta có:

  $2Z + N = m \Rightarrow N = m - 2Z$

- Đối với các nguyên tử bền có $Z \le 82$ (Trừ H, He) ta có:

$$1 \le \frac{N}{Z} \le 1,5 \Rightarrow Z \le m - 2Z \le 1,5Z \Rightarrow \frac{m}{3,5} \le Z \le \frac{m}{3}$$

- Mối quan hệ giữa nguyên tử và ion:

Nguyên tử M

$\Sigma p = \Sigma e = Z_M$

$A_M = N_M + Z_M$

$\xrightarrow{\text{nhường ne}}$ Cation M^{n+}

$\Sigma e_M = \Sigma e_{M^{n+}} + n$

$\Sigma p_M = \Sigma p_{M^{n+}}$

$\Sigma n_M = \Sigma n_{M^{n+}}$

$Z_M = Z_{M^{n+}}$

$A_M = A_{M^{n+}}$

$\xrightarrow{\text{nhận me}}$ Anion M^{m-}

$\Sigma e_M = \Sigma e_{M^{m-}} - m$

$\Sigma p_M = \Sigma p_{M^{m-}}$

$\Sigma n_M = \Sigma n_{M^{m-}}$

$Z_M = Z_{M^{m-}}$

$A_M = A_{M^{m-}}$

Thí dụ 1: Tổng số hạt proton, electron và nơtron trong nguyên tử M là 82. Số hạt mang điện trong cation M^{2+} nhiều hơn số hạt không mang điện là 20.

a) Tìm số proton, nơtron và số khối của nguyên tử M.

b) Tìm số electron, protron và số khối của cation M^{3+}.

Giải

a) Tổng số hạt trong nguyên tử M là

$2Z_M + N_M = 82$ (1)

Số hạt mang điện trong cation M^{2+} là $2Z_M - 2$ nên kết hợp với đề ra, ta có:

$2Z_M - 2 - N_M = 20 \Rightarrow 2Z_M - N_M = 22$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} Z_M = 26 \\ N_M = 30 \end{cases} \Rightarrow$ Số proton của M = Z_M = 26

Số nơtron của M = $N_M = 30$

Số khối của M là $A_M = N_M + Z_M = 56$

b) $M \rightarrow M^{3+} + 3e$

$\Rightarrow$ Số electron của M^{3+} = Số electron của M - 3 = 26 - 3 = 23

$\Rightarrow$ Số proton của M^{3+} = Số proton của M^{3+} = 26

Do số notron của M và M^{3+} là như nhau nên $A_{M^{3+}} = A_M = 52$

Thí dụ 2: Tổng số hạt cơ bản trong phân tử AB_2 là 66. Trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 22. Số khối của B nhiều hơn số khối của A là 4. Số hạt mang điện của B^{2-} nhiều hơn số hạt mang điện của A là 6.

a) Tìm số proton và số nơtron trong nguyên tử A và B,

b) Xác định công thức phân tử AB_2.

c) Hấp thụ hết 0,2 mol AB_2 vào dung dịch chứa 0,15 mol $Ba(OH)_2$. Tính khối lượng kết tủa thu được khi kết thúc các phản ứng.

Giải

a) Tổng số hạt cơ bản trong phân tử AB_2 là

$2Z_A + N_A + 4Z_B + 2N_B = 66$ (1)

Số hạt mang điện trong AB_2 nhiều hơn số hạt không mang điện là 22 nên

$2Z_A + 4Z_B - N_A - 2N_B = 22$ (2)

Số khối của B nhiều hơn số khối của A là 4 nên

$Z_B + N_B - Z_A - N_A = 4$ (3)

Số hạt mang điện của B^{2-} nhiều hơn số hạt mang điện của A là

$2Z_B + 2 - 2Z_A = 6$ hay $Z_B - Z_A = 2$ (4)

Lấy (1) + (2) ta được:

$Z_A + 8Z_B = 88$ hay $Z_A + 2Z_B = 22$ (5)

Giải hệ (4) và (5) ta được: $\begin{cases} Z_A = 6 \\ Z_B = 8 \end{cases}$

Kết hợp với (2) và (3) ta tìm được: $\begin{cases} N_A = 6 \\ N_B = 8 \end{cases}$

Vậy:

Trong nguyên tử A có 6 proton và 6 nơtron. Số khối của A là $6 + 6 = 12$.

Trong nguyên tử B có 8 proton và 8 nơtron. Số khối của B là $8 + 8 = 16$.

b) Vì $Z_A = 6$ nên A là cacbon (C), $Z_B = 8$ nên B là oxi (O)

$\Rightarrow$ Phân tử AB_2 là CO_2.

c)

$$CO_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3\downarrow + H_2O$$

$$0,15 \leftarrow 0,15 \quad \rightarrow 0,15$$

$\Rightarrow n_{CO_2}$ còn $= 0,2 - 0,15 = 0,05$ mol

$$CO_2 + BaCO_3 + H_2O \rightarrow Ba(HCO_3)_2$$

$$0,05 \rightarrow 0,05$$

$\Rightarrow n_{BaCO_3}$ còn $= 0,15 - 0,05 = 0,1$ mol

$\Rightarrow m_{\text{kết tủa}} = m_{BaCO_3} = 197.0,1 = 19,7$ gam

Thí dụ 3: Tổng số hạt proton, electron và nơtron trong anion X^{2-} là 50. Nguyên tử M có điện tích hạt nhân là $2,0826.10^{-18}$ culong.

a) Tìm tên nguyên tố M và X.

b) Cho 0,15 mol X phản ứng hết với m gam M thu được chất rắn A. Hòa tan hết A trong dung dịch HCl dư, sinh ra 10,08 lít hỗn hợp khí B. Tính giá trị của m.

Giải

a) Theo đề ra, ta có:

$$Z_M = \frac{2,0826.10^{-18}}{1,602.10^{-19}} = 13 \Rightarrow \text{M là kim loại Al}$$

$$2Z_X + N_X + 2 = 50 \Rightarrow 2Z_X + N_X = 48$$

$\Rightarrow N_X = 48 - 2Z_X$

Mặt khác: $1 \le \frac{N_X}{Z_X} \le 1,5 \Rightarrow Z_X \le N_X = 48 - 2Z_X \le 1,5Z_X$

$$\Rightarrow \frac{48}{3,5} \le Z_X \le \frac{48}{3} \Rightarrow 13,71 \le Z_X \le 16 \Rightarrow Z_X = 14;\ 15 \text{ và } 16.$$

- Nếu $Z_X = 14$ (Si) $\Rightarrow N_X = 20$ (Loại vì Si không có đồng vị $^{34}_{14}Si$).
- Nếu $Z_X = 15$ (P) $\Rightarrow N_X = 18$ (Loại vì P không có đồng vị $^{18}_{15}P$).
- Nếu $Z_X = 16$ (S) $\Rightarrow N_X = 16$ (Nhận vì S có đồng vị $^{32}_{16}S$)

b) Hỗn hợp khí B là H_2S và H_2; $n_B = \frac{10,08}{22,4} = 0,45$ mol

$3S + 2Al \rightarrow Al_2S_3$

$0{,}15 \rightarrow 0{,}1 \rightarrow 0{,}05$

$Al_2S_3 + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2S\uparrow$

$0{,}05 \qquad \rightarrow \qquad 0{,}15$

$2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$

$0{,}2 \qquad \leftarrow \qquad (0{,}45 - 0{,}15)$

$\Rightarrow \Sigma n_{Al} = 0{,}1 + 0{,}2 = 0{,}3$ mol $\Rightarrow m = 0{,}3.27 = 8{,}1$ gam

LOẠI 2. SO SÁNH KHỐI LƯỢNG NGUYÊN TỬ VÀ KHỐI LƯỢNG HẠT NHÂN

Phương pháp:

- Khối lượng nguyên tử bằng tổng khối lượng của các hạt proton, nơtron và electron có trong nguyên tử đó.

- Khối lượng hạt nhân nguyên tử bằng tổng khối lượng của các hạt proton và nơtron.

- Bảng khối lượng là điện tích của các hạt cấu tạo nên nguyên tử:

Đặc tính hạt	Vỏ nguyên tử	Hạt nhân	
	electron (e)	proton (p)	nơtron (n)
Điện tích (q)	$q_e = -1{,}602.10^{-19}C$ hay $q_e = 1-$	$q_p = 1{,}602.10^{-19}C$ hay $q_p = 1+$	$q_n = 0$
Khối lượng (m)	$m_e = 9{,}1094.10^{-31}kg$	$m_p = 1{,}6726.10^{-27}kg$	$m_n = 1{,}6748.10^{-27}kg$

Qua bảng trên ta thấy khối lượng của proton và nơtron lớn hơn khối lượng của electron khoảng 1840 lần, do đó có thể kết luận: *Khối lượng của nguyên tử tập trung hầu hết ở hạt nhân, khối lượng của các electron là không đáng kể so với khối lượng của nguyên tử.*

Thí dụ:

1. Dựa vào bảng khối lượng proton, nơtron và electron hãy tính khối lượng của các nguyên tử sau:

a) 1 nguyên tử cacbon (gồm 6 proton, 6 nơtron và 6 electron).

b) 1 nguyên tử natri (gồm 11 proton, 12 nơtron và 11 electron).

c) 1 nguyên tử argon (gồm 18 proton, 22 nơtron và 18 electron).

d) 1 nguyên tử plutoni (Pu) (gồm 94 proton, 150 nơtron và 94 electron).

e) 1 nguyên tử gali (Ga) (gồm 31 proton, 38 nơtron và 31 electron).

2. Từ kết quả đó có thể coi khối lượng nguyên tử thực tế bằng khối lượng hạt nhân được không?

3. Tính tỉ số khối lượng của electron trong nguyên tử so với khối lượng của toàn nguyên tử.

Giải

1. Ta có: $m_{NT} = \Sigma m_P + \Sigma m_n + \Sigma m_e$

a) $m_{NT\,(C)} = 6m_P + 6m_n + 6m_e = 6(1,6726.10^{-27} + 1,6748.10^{-27} + 9,1024.10^{-31})$
$= 20,08986144.10^{-27}$ kg.

b) $m_{NT\,(Na)} = 11m_p + 11m_e + 12m_p$
$= 11.1,6726.10^{-27} + 11.9,1024.10^{-31} + 12.1,6748.10^{-27}$
$= 38,50621264.10^{-27}$ kg.

c) $m_{NT\,(Ar)} = 18m_p + 18m_e + 22m_n$
$= 18.1,6726.10^{-27} + 18.9,1024.10^{-31} + 22.1,6748.10^{-27}$
$= 66,96878432.10^{-27}$ kg.

d) $m_{NT\,(Pu)} = 94(m_p + m_e) + 150m_n$
$= 94(1,6726.10^{-27} + 9,1024.10^{-31}) + 150.1,6748.10^{-27}$
$= 408,8495626.10^{-27}$ kg.

e) $m_{NT\,(Ga)} = 31(m_p + m_e) + 38m_n$
$= 31(1,6726.10^{-27} + 9,1024.10^{-31}) + 38.1,6748.10^{-27}$
$= 115,5212174.10^{-27}$ kg.

2. $m_{HN} = \Sigma m_P + \Sigma m_n$

Suy ra: $m_{HN\,(C)} = 6m_P + 6m_n = 6(1,6726.10^{-27} + 1,6748.10^{-27})$
$= 20,0844.10^{-27}\text{ kg} \approx m_{NT\,(C)}$

$m_{HN\,(Na)} = 11m_p + 11m_e = 11.1,6726.10^{-27} + 12.1,6748.10^{-27})$
$= 38,4962.10^{-27}\text{ kg} \approx m_{NT\,(Na)}$

$m_{HN\,(Ar)} = 18m_p + 22m_n = 18.1,6726.10^{-27} + 22.1,6748.10^{-27}$
$= 66,9524.10^{-27}\text{ kg} \approx m_{NT\,(Ar)}$

$m_{HN\,(Pu)} = 94m_p + 150m_n = 94.1,6726.10^{-27} + 150.1,6748.10^{-27}$
$= 408,84444.10^{-27}\text{ kg} \approx m_{NT\,(Pu)}$

$m_{HN\,(Ga)} = 31m_p + 38m_n = 31.1,6726.10^{-27} + 38.1,6748.10^{-27}$
$= 115,5212174.10^{-27}\text{ kg} \approx m_{NT\,(Ga)}$

Ta thấy sự chênh lệch giữa hai giá trị khối lượng nguyên tử và khối lượng hạt nhân nguyên tử là không đáng kể do $m_e << m_P$ và m_n nên trong thực tế có thể coi khối lượng nguyên tử bằng với khối lượng hạt nhân nguyên tử.

3. Tỉ số khối lượng:

a) $\dfrac{6m_e}{m_{NT(C)}} = \dfrac{6.9,1094.10^{-31}}{20,08986144.10^{-27}} = 2,72.10^{-4}$

b) $\dfrac{11m_e}{m_{NT(Na)}} = \dfrac{11.9,1094.10^{-31}}{38,50621264.10^{-27}} = 2,602.10^{-4}$

c) $\dfrac{18m_e}{m_{NT(Ar)}} = \dfrac{18.9,1094.10^{-31}}{66,96878432.10^{-27}} = 2,4484.10^{-4}$

d) $\dfrac{94m_e}{m_{NT(Pu)}} = \dfrac{94.9,1094.10^{-31}}{408,8495626.10^{-27}} = 2,09437.10^{-4}$

e) $\dfrac{94m_e}{m_{NT(Ga)}} = \dfrac{31.9,1094.10^{-31}}{115,5212174.10^{-27}} = 2,4445.10^{-4}$

LOẠI 3. TÍNH KHỐI LƯỢNG NGUYÊN TỬ TRUNG BÌNH CỦA MỘT HỖN HỢP CÁC ĐỒNG VỊ KHI BIẾT PHẦN TRĂM VỀ SỐ NGUYÊN TỬ ĐỒNG VỊ

Phương pháp: Giả sử nguyên tử X có các đồng vị X_1, X_2, X_3 ...X_n với số khối và phần trăm số nguyên tử tương ứng là A_1, A_2, A_3...A_n và x_1, x_2, x_3 ...x_n. Ta có:

$$x_1 + x_2 + x_3 + ... + x_n = 100$$

Nguyên tử khối trung bình của các đồng vị là

$$\overline{A} = \frac{A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + ... + A_nx_n}{100}$$

Nếu X chỉ có hai đồng vị X_1 và X_2. Gọi x là phần trăm số nguyên tử đồng vị X_1 ⇒ Phần trăm số nguyên tử đồng vị X_2 là (100 - x).

Ta có: $\overline{A} = \dfrac{A_1x + A_2(100-x)}{100}$

Thí dụ 1: Trong tự nhiên Clo là hỗn hợp hai đồng vị: ${}^{35}_{17}Cl$ (75%) và ${}^{37}_{17}Cl$ (25%).

a) Tìm khối lượng nguyên tử trung bình của clo.

b) Tính phần trăm khối lượng của ${}^{37}_{17}Cl$ trong phân tử $CaOCl_2$ (cho Ca = 40 và O = 16).

Giải

a) Khối lượng nguyên tử trung bình của clo là

$$\overline{A}_{Cl} = \frac{35.75 + 37.25}{100} = 35,5$$

b) Cứ 1 mol $CaOCl_2$ có chứa 2 mol Cl ứng với 2.0,25 = 0,5 mol ${}^{37}Cl$. Ta có:

$$\%m_{{}^{37}Cl} = \frac{37.0,5.100\%}{40 + 16 + 2.35,5} = 14,56\%$$

Thí dụ 2: Nguyên tố A có 4 loại đồng vị có các đặc điểm sau:

- Tổng số khối của 4 đồng vị là 825.

- Tổng số nơtron đồng vị A_3 và A_4 lớn hơn đồng vị A_1 là 121 hạt.

- Hiệu số khối của đồng vị A_2 và A_4 nhỏ hơn hiệu số khối của đồng vị A_1 và A_3 là 5 đơn vị

- Tổng số phần tử của đồng vị A_1 và A_4 lớn hơn tổng số hạt không mang điện của đồng vị A_2 và A_3 là 333.

- Số khối của đồng vị A_4 bằng 33,5% tổng số khối của 3 đồng vị kia.

a) Xác định số khối của 4 đồng vị và số điện tích hạt nhân của nguyên tố A

b) Các đồng vị A_1, A_2, A_3, A_4 lần lượt chiếm 50,9%, 23,3%, 0,9% và 24,9% tổng số nguyên tử. Hãy tính khối lượng nguyên tử trung bình của A.

Giải

a) Theo đề ra, ta có hệ:

$$\begin{cases} 4Z + N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 825 & (1) \\ N_3 + N_4 - N_1 = 121 & (2) \\ N_2 - N_4 + 5 = N_1 - N_3 & (3) \\ 4Z + N_1 + N_4 - N_2 - N_3 = 333 & (4) \\ Z + N_4 = \dfrac{33,5}{100}(3Z + N_1 + N_2 + N_3) & (5) \end{cases}$$

$(3) + (4) \Rightarrow Z = 82$ (Pb)

$(2) \Rightarrow N_4 = 121 + N_1 - N_3$

Thay Z và N_4 vào (1); (3); (5) ta được:

$$\begin{cases} 2N_1 + N_2 = 376 \\ -2N_1 + N_2 + 2N_3 = 116 \\ 203 + N_1 - N_3 = \dfrac{33,5}{100}(246 + N_1 + N_2 + N_3) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_1 = 126 \\ N_2 = 124 \\ N_3 = 122 \end{cases}$$

$\Rightarrow N_4 = 121 + 126 - 122 = 125$

$\Rightarrow A_1 = Z + N_1 = 208$; $A_2 = Z + N_2 = 206$; $A_3 = Z + N_3 = 204$.

$A_4 = Z + N_4 = 207$

Diện tích hạt nhân của Pb là 82+.

b) Khối lượng nguyên tử trung bình của Pb là

$$\overline{A}_{Pb} = \frac{208.50,9 + 206.23,3 + 204.0,9 + 207.24,9}{100} = 207,249$$

Thí dụ 3: Cho khối lượng một đồng vị của nguyên tử nguyên tố X là $8,632.10^{-26}$kg.

- Trong hạt nhân nguyên tử của X có tổng số hạt không mang điện nhiều hơn tổng số hạt mang điện là 4 hạt.

- Viết kí hiệu nguyên tử của X.

- Viết cấu hình electron của X.

- Nếu nguyên tử X mất đi 3 electron thì thu được cation (ion dương) X^{3+}. Hãy viết cấu hình electron của cation X^{3+}.

Cho: 1 đvC = $1,66.10^{-24}$ gam; V (Z = 23); Cr (Z = 24); Mn (Z = 25); Fe (Z = 26).

Giải

Số khối $A = N + Z = \dfrac{86,32.10^{-24}}{1,66.10^{-24}} = 52$ (1)

Mặt khác, theo đề ra: $N - Z = 4$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} Z = 24 \\ N = 28 \end{cases}$

⇒ X là crom (Cr) có kí hiệu nguyên tử $^{52}_{24}Cr$.

Cấu hình electron của nguyên tử Cr: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^54s^1$ hay $[Ar]3d^54s^1$

⇒ Cấu hình electron của cation Cr^{3+}: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^3$ hay $[Ar]3d^3$

Thí dụ 4: Trong tự nhiên Cu có 2 đồng vị là ^{65}Cu và ^{63}Cu. Nguyên tử khối trung bình của Cu là 63,55.

a) Hãy tính phần trăm số nguyên tử mỗi loại đồng vị của Cu trong tự nhiên.

b) Hãy tính phần trăm khối lượng của ^{65}Cu có trong $CuSO_4$.

c) Hãy tính phần trăm khối lượng của ^{63}Cu có trong quặng maclachit có thành phần chính là $CuCO_3.Cu(OH)_2$. Biết rằng $CuCO_3.Cu(OH)_2$ chiếm 90% khối lượng của quặng, còn 10% là tạp chất không chứa Cu.

Giải

a) Gọi x là phần trăm số nguyên tử đồng vị ^{63}Cu

⇒ Phần trăm số nguyên tử đồng vị ^{65}Cu là (100 - x).

Ta có:

$$\frac{63x + 65(100 - x)}{100} = 63,55 \Rightarrow x = 72,5\% \Rightarrow \%^{65}Cu = 27,5\%$$

b) Cứ 1 mol $CuSO_4$ có 1 mol Cu ứng với số mol ^{65}Cu là 0,275 mol

⇒ Phần trăm khối lượng ^{65}Cu trong $CuSO_4$ là

$$\frac{65.0,275.100\%}{63,55 + 32 + 4.16} = 11,2\%$$

c) Xét 1 mol $CuCO_3.Cu(OH)_2$ ta có số mol ^{63}Cu là 2.0,725 = 1,45 mol

Vậy $\%^{63}Cu$ trong $CuCO_3.Cu(OH)_2 = \dfrac{63.1,45.100\%}{2.63,55 + 12 + 5.16 + 2} = 41,316\%$

⇒ $\%^{63}Cu$ trong quặng = 41,316%.0,9 = 37,184%.

LOẠI 4.

VIẾT CẤU HÌNH ELECTRON CỦA NGUYÊN TỬ VÀ ION

Phương pháp:

- *Cách viết cấu hình electron nguyên tử*

- Xác định số electron của nguyên tử

- Các electron được phân bố theo thứ tự tăng dần các mức năng lượng AO, theo các nguyên lí và quy tắc phân bố electron trong nguyên tử (đối với các nguyên tử không có phân lớp d hoặc f thì thứ tự tăng dần mức năng lượng trùng với cấu hình electron).

- Viết cấu hình electron theo thứ tự các phân lớp trong một lớp và theo thứ tự các lớp electron.

- *Cách viết cấu hình electron của cation*

$M \rightarrow M^{n+} + ne$

- Để viết cấu hình electron của cation M^{n+} thì ta phải xuất phát từ cấu hình electron của nguyên tử M, từ đó ta bớt đi số electron (từ lớp ngoài vào trong) đúng bằng trị số điện tích (n) của ion M^{n+}.

- Ngược lại, từ cấu hình electron của cation M^{n+} để viết cấu hình electron của nguyên tử M ta làm như sau:

+ Tính tổng số electron trong cation M^{n+}

+ Tính tổng số electron trong nguyên tử M theo công thức:

$\Sigma e_M = \Sigma e_{M^{n+}} + n$

Tiến hành viết cấu hình electron của M khi biết số electron của nguyên tử như thường.

- *Cách viết cấu hình electron của anion*

$X + me \rightarrow X^{m-}$

- Để viết cấu hình electron của anion X^{m-} ta phải xuất phát từ cấu hình electron của nguyên tử X. Sau đó, thêm vào cấu hình electron của nguyên tử X số electron đúng bằng trị số điện tích của anion (m).

- Ngược lại, từ cấu hình electron của anion X^{m-} ta bớt đi m electron từ phân lớp ngoài vào trong thì sẽ thu được cấu hình electron của nguyên tử X.

Thí dụ 1: a) Cho cấu hình electron phân lớp ngoài cùng của cation M^{3+} là $3d^4$. Hãy viết cấu hình electron của nguyên tử M.

b) Cho cấu hình electron phân lớp ngoài cùng của anion X^{2-} là $4p^6$. Hãy viết cấu hình electron của nguyên tử X.

Giải

a) Cấu hình electron đầy đủ của M^{3+} là

$1s^22s^22p^63s^23p^63d^4$

⇒ Số electron của M^{3+} là 22

⇒ Số electron của M là 22 + 3 = 25

⇒ Cấu hình electron của M là
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

b) Cấu hình electron đầy đủ của X^{2-} là
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$

⇒ Cấu hình electron của X là
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$

Thí dụ 2: Tổng số hạt proton, electron và notron trong nguyên tử M là 92 hạt. Số hạt mang điện của cation M^{2+} nhiều hơn số hạt không mang điện là 22.

a) Xác định nguyên tố M.

b) Viết cấu hình electron của M, M^+ và M^{2+}.

Giải

a) Theo đề ra, ta có hệ: $\begin{cases} 2Z_M + N_M = 92 \\ 2Z_M - 2 - N_M = 22 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_M = 29 \\ N_M = 34 \end{cases} \Rightarrow$ M là kim loại Cu.

b) Cu (Z = 29): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$

⇒ Cấu hình electron: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$

⇒ Cấu hình electron của Cu^+: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

⇒ Cấu hình electron của Cu^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$

Thí dụ 3: Có cấu hình electron $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ (1)

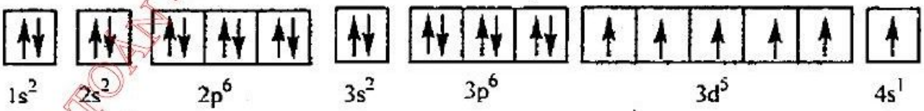
a) Dùng kí hiệu ô lượng tử biểu diễn cấu hình electron (1).

b) Cấu hình electron (1) là cấu hình electron của nguyên tử hay ion? Tại sao?

c) Cho biết tính chất hoá học đặc trưng của ion hay nguyên tử ứng với cấu hình electron (1), hãy viết một phương trình phản ứng để minh họa.

Giải

a) Dùng ô lượng tử biểu diễn cấu hình:



b) (1) là cấu hình electron của nguyên tử vì phân lớp d bán bão hoà nên thuộc kim loại chuyển tiếp (theo HTTH các nguyên tố). Thuộc kim loại chuyển tiếp thì ion không thể là anion; nếu là cation, số e = 24 thì Z có thể là 25, 26, 27 ... Không có cấu hình cation nào ứng với các số liệu này. Vậy Z chỉ có thể là 24.

(Nguyên tố Ga có cấu hình [Ar] $3d^{10}4s^2 4p^1$, ion Ga^{2+} có cấu hình [Ar] $3d^{10}4s^1$ bền nên không thể căn cứ vào lớp ngoài cùng $4s^1$ để suy ra nguyên tử).

c) Z = 24 ⇒ Nguyên tố Cr, kim loại (chuyển tiếp). Dạng đơn chất có tính khử.

$Cr + 2HCl \rightarrow CrCl_2 + H_2\uparrow$

Thí dụ 4: Các vi hạt có cấu hình electron phân lớp ngoài cùng: $3s^1$, $3s^2$, $3p^3$, $3p^6$ là nguyên tử hay ion? Tại sao? Hãy dẫn ra một phản ứng hoá học (nếu có) để minh hoạ tính chất hoá học đặc trưng của mỗi vi hạt. *Cho biết*: Các vi hạt này là ion hoặc nguyên tử của nguyên tố thuộc nhóm A và nhóm VIII (0).

Giải

Cấu hình electron của các lớp trong của các vi hạt là $1s^22s^22p^6$, ứng với cấu hình của [Ne].

- Cấu hình [Ne]$3s^1$ chỉ có thể ứng với nguyên tử Na (Z = 11), không thể ứng với ion.

Na là kim loại điển hình, có tính khử rất mạnh. *Thí dụ:* Na tự bốc cháy trong H_2O ở nhiệt độ thường.

$$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$$

- Cấu hình [Ne]$3s^2$ ứng với nguyên tử Mg (Z = 12), không thể ứng với ion. Mg là kim loại hoạt động. Mg cháy rất mạnh trong oxi và cả trong CO_2.

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$$

- Cấu hình [Ne] $3s^23p^3$ ứng với nguyên tử P (Z = 15), không thể ứng với ion. P là phi kim hoạt động. P cháy mạnh trong oxi.

$$4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$$

- Cấu hình [Ne] $3s^23p^6$:

- Trường hợp vi hạt có Z = 18. Đây là Ar, một khí trơ.

- Vi hạt có Z < 18. Đây là ion âm:

+ Z = 17. Đây là Cl^-, chất khử yếu. *Thí dụ:*

$$2MnO_4^- + 16H^+ + 10Cl^- \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 10Cl_2$$

+ Z = 16. Đây là S^{2-}, chất khử tương đối mạnh. *Thí dụ:*

$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$$

+ Z = 15. Đây là P^{3-}, rất không bền, khó tồn tại.

- Vi hạt có Z > 18. Đây là ion dương:

+ Z = 19. Đây là K^+, chất oxi hoá rất yếu, chỉ bị khử dưới tác dụng của dòng điện (điện phân KCl hoặc KOH nóng chảy).

+ Z = 20. Đây là Ca^{2+}, chất oxi hoá yếu, chỉ bị khử dưới tác dụng của dòng điện (điện phân $CaCl_2$ nóng chảy).

LOẠI 5. BÀI TẬP VỀ CÁC SỐ LƯỢNG TỬ

Phương pháp: Nắm vững cách xác định các số lượng tử ứng với một electron nào đó trong nguyên tử.

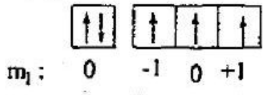
Thí dụ 1: X là một nguyên tố nhóm A, hợp chất khí với hiđro của X có dạng XH_3. Electron cuối cùng trên nguyên tử X có tổng 4 số lượng tử bằng 4,5. (Quy ước m_l: từ $-l$ đến $+l$). Xác định tên nguyên tố X.

Giải

X là một nguyên tố nhóm A, hợp chất khí với hiđro của X có dạng XH_3

⇒ X thuộc nhóm VA

Ta có sự phân bố electron vào các obitan như sau:



Vậy electron cuối cùng có

$$l = 1 \ ; m_l = +1 \ ; m_S = +\frac{1}{2} \Rightarrow 1 + 1 + 0{,}5 + n = 4{,}5 \Rightarrow n = 2$$

⇒ Cấu hình electron đầy đủ: $1s^22s^22p^5 \Rightarrow Z_X = 7$ (N)

Thí dụ 2: Xác định nguyên tử mà electron cuối cùng (theo mức năng lượng các obitan) điền vào obitan có các số lượng tử:

a) $n = 2 \ ; l = 1 \ ; m = -1 \ ; m_S = -1/2$

b) $n = 3 \ ; l = 0 \ ; m = 0 \ ; m_S = +1/2$

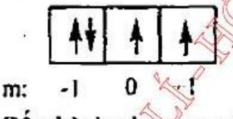
c) $n = 4 \ ; l = 1 \ ; m = -1 \ ; m_S = -1/2$

d) $n = 3 \ ; l = 2 \ ; m = -2 \ ; m_S = -1/2$

Giải

a) n = 2 ⇒ Nguyên tử có 2 lớp electron

$l = 1 \ ; m = -1 \ ; m_S = -1/2$ ⇒ Electron cuối cùng thuộc phân lớp 2p và mũi tên đi xuống

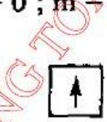


⇒ $2p^4$

⇒ Cấu hình electron đầy đủ: $1s^22s^22p^4 \Rightarrow Z = 8$ (O)

b) n = 3 ⇒ Nguyên tử có 3 lớp electron

$l = 0 \ ; m = 0 \ ; m_S = +1/2$ ⇒ Electron cuối cùng thuộc phân lớp 3s và mũi tên đi lên

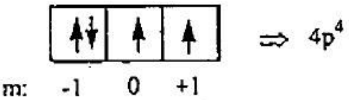


⇒ $3s^1$

⇒ Cấu hình electron đầy đủ: $1s^22s^22p^63s^1 \Rightarrow Z = 11$ (Na)

c) n = 4 ⇒ Nguyên tử có 4 lớp electron

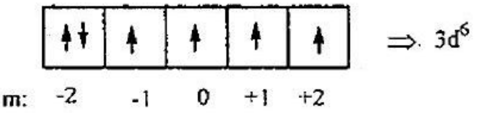
$l = 1 \ ; m = -1 \ ; m_S = -1/2$ ⇒ Electron cuối cùng thuộc phân lớp 4p và mũi tên đi xuống



⇒ Cấu hình electron đầy đủ: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^4 \Rightarrow Z = 34$ (Se)

d) n = 3 ⇒ Nguyên tử có 3 lớp electron

$l = 2$; $m = -2$; $m_S = -1/2$ ⇒ Electron cuối cùng thuộc phân lớp 3d và mũi tên đi xuống



⇒ Cấu hình electron đầy đủ: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2 \Rightarrow Z = 26$ (Fe)

C. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1. Electron trong nguyên tử heli chuyển động xung quanh hạt nhân bên trong một khối cầu có bán kính lớn hơn bán kính hạt nhân là 10.000 lần. Nếu ta phóng đại hạt nhân thành một quả bóng có đường kính 8 cm thì đường kính khối cầu là bao nhiêu?

2. Biết khối lượng ứng với một đơn vị C là $1,66.10^{-24}$ gam.

a) Cho khối lượng nguyên tử (đvC): O = 16, Na = 23, hãy tìm khối lượng tuyệt đối của phân tử O_2 và của nguyên tử Na.

b) Cho khối lượng tuyệt đối (gam): $N = 23,24.10^{-24}$, $He = 6,64.10^{-24}$. Hãy tìm khối lượng phân tử của nitơ và khối lượng nguyên tử heli.

c) Từ những kết quả đã tìm được ở câu a và b, hãy tìm xem trong một khối lượng mol phân tử hoặc khối lượng mol phân tử của các chất có chứa bao nhiêu phân tử (hoặc nguyên tử). Từ đó rút ra kết luận gì chung cho các chất bằng phương pháp khác với câu a không?

3. Tìm số phân tử (hoặc số nguyên tử) có trong các chất sau đây:

a) 13,28 gam O_2.
b) 139,44 gam N_2.
c) 39,84 gam C.
d) 79,68 gam S.

4. Tìm khối lượng của:

a) $2,5.10^{24}$ nguyên tử Na.
b) 10^{25} phân tử Br_2.

5. Định nghĩa nguyên tố hóa học. Vì sao số hiệu nguyên tử lại đặc trưng cho mỗi nguyên tố hóa học?

6. Nêu sự khác nhau giữa điện tích hạt nhân và số khối.

7. Những mệnh đề sau đây có phải bao giờ cũng đúng hay không?

a) Số hiệu nguyên tử bằng điện tích hạt nhân nguyên tử.

b) Số proton trong nguyên tử bằng số hạt notron.

c) Số proton trong hạt nhân bằng số electron ở lớp vỏ nguyên tử.

8. Mệnh đề nào sau đây không đúng?

a) Chỉ có hạt nhân nguyên tử canxi mới có 20 proton.

b) Chỉ có hạt nhân nguyên tử canxi mới có 20 nơtron.

c) Chỉ có hạt nhân nguyên tử canxi mới có tỉ lệ giữa số hạt proton và số hạt nơtron là 1 : 1.

d) Chỉ có trong nguyên tử canxi mới có 20 electron.

e) Chỉ có nguyên tử canxi mới có số khối bằng 40.

9. Nguyên tử Al có bán kính 1,43Å và có khối lượng nguyên tử là 27 đvC.

a) Tính khối lượng riêng của nguyên tử Al.

b) Trong thực tế, thể tích thật chiếm bởi các nguyên tử chỉ bằng 74% của tinh thể, còn lại là các khe trống.

Tính khối lượng riêng đúng của Al. Biết thể tích của hình cầu: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

10. Tính bán kính gần đúng của nguyên tử Cu, biết khối lượng riêng của Cu là 8,93 gam/cm^3 và khối lượng nguyên tử của Cu = 63,5 đvC. Mặt khác, thể tích thật chiếm bởi các nguyên tử chỉ bằng 74% của tinh thể, còn lại là các khe trống.

11. Định nghĩa đồng vị. Cho ví dụ. Các nguyên tử sau đây:

$^{14}_{7}A$ $^{16}_{8}B$ $^{17}_{8}C$ $^{15}_{7}D$ $^{20}_{10}E$ $^{22}_{11}F$ $^{22}_{10}G$ $^{16}_{7}H$

Hãy cho biết những nguyên tử nào là:

a) Đồng vị? b) Đồng khối? c) Đồng số nơtron?

12. Bo có hai đồng vị:

$^{10}_{5}B$ (18,89%) $^{11}_{5}$ B (81,11%)

Tìm khối lượng nguyên tử trung bình của Bo.

13. Chì có 4 đồng vị là:

$^{204}_{82}Pb$ (2,5%), $^{206}_{82}Pb$ (23,7%), $^{207}_{82}Pb$ (22,4%), $^{208}_{82}Pb$ (51,4%)

a) Tìm khối lượng nguyên tử trung bình của chì.

b) Tính tỉ lệ số nơtron và số proton trong mỗi đồng vị.

14. Khối lượng nguyên tử trung bình của brom là 79,91. Brom có hai đồng vị. Biết $^{79}_{35}Br$ chiếm 54,5%. Tìm khối lượng nguyên tử (hay tìm số khối) của đồng vị thứ hai.

15. Khối lượng nguyên tử trung bình của antimon là 121,76. Antimon có 2 đồng vị. Biết $^{121}_{51}Sb$ chiếm 62%. Tìm số khối của đồng vị thứ hai.

16. Khối lượng nguyên tử của bo là 10,812. Mỗi khi có 94 nguyên tử $^{10}_{5}B$ thì có bao nhiêu nguyên tử $^{11}_{5}B$?

17. Khối lượng nguyên tử của đồng là 63,54. Đồng có hai đồng vị là $^{63}_{29}Cu$ và $^{65}_{29}Cu$. Tìm phần trăm về số nguyên tử của mỗi đồng vị.

18. Tổng số hạt proton, nơtron và electron trong một nguyên tử B là 16, trong nguyên tử D là 58, trong nguyên tử E là 58. Tìm số p, n và số khối của các nguyên tử B, D, E. Giả sử sự chênh lệch giữa số khối với khối lượng nguyên tử trung bình là không quá 1 đơn vị.

19. Một nguyên tố X có ba đồng vị $^{A_1}_{Z}X$ (92,3%), $^{A_2}_{Z}X$ (4,7%) và $^{A_3}_{Z}X$ (3%). Biết tổng số khối của 3 đồng vị là 87, tổng khối lượng của 200 nguyên tử X là 5621,4. Mặt khác số nơtron trong $^{A_2}_{Z}X$ nhiều hơn trong $^{A_1}_{Z}X$ là 1 đơn vị.

a) Tìm các số khối A_1, A_2 và A_3.

b) Biết trong đồng vị $^{A_1}_{Z}X$ số proton bằng số nơtron. Định tên nguyên tố X, tìm số nơtron trong 3 đồng vị.

20. Khối lượng nguyên tử của clo là 35,5. Clo có 2 đồng vị là $^{35}_{17}Cl$ và $^{37}_{17}Cl$.

a) Hỏi có bao nhiêu phần trăm về khối lượng của $^{35}_{17}Cl$ chứa trong axit pecloric $HClO_4$.

b) Có bao nhiêu phần trăm về khối lượng của $^{37}_{17}Cl$ chứa trong muối kali clorat $KClO_4$.

21. a) Một nguyên tử R có tổng số các hạt bằng 115. Số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 25 hạt. Tìm số proton, số nơtron, số khối và tên của R.

b) Khi cho 10,12 gam natri kim loại tác dụng hoàn toàn với một phi kim B thì thu được 45,32 gam muối natri.

α) Tìm khối lượng nguyên tử của B và tên của B.

β) Biết B có hai đồng vị là ^{A_1}B và ^{A_2}B trong đó ^{A_1}B chiếm 50% về số nguyên tử và số khối A_1 lớn hơn số khối A_2 là 2 đơn vị.

- Tìm các số khối A_1 và A_2.
- Viết phản ứng của B với Na, Zn, Cu và P.

22. Tính khối lượng nguyên tử trung bình của argon và kali biết rằng trong tự nhiên:

- Argon có 3 đồng vị:

$^{36}_{18}Ar$ (0,3%), $^{38}_{18}Ar$ (0,06%), $^{40}_{18}Ar$ (99,6 %)

- Kali có 3 đồng vị:

$^{39}_{19}K$ (93,08%), $^{40}_{19}K$ (0,012%), $^{41}_{19}K$ (6,9%).

Từ kết quả trên hãy giải thích vì sao nguyên tử có số hiệu nguyên tử nhỏ lại có khối lượng nguyên tử trung bình lớn hơn và ngược lại.

23. Hiđro được điều chế bằng phương pháp điện phân nước, hiđro đó gồm 2 loại đồng vị ${}^{1}_{1}H$ và ${}^{2}_{1}H$. Hỏi có bao nhiêu nguyên tử đồng vị ${}^{2}_{1}H$ có trong 1ml nước? Biết trong nước chủ yếu là 2 đồng vị ${}^{1}_{1}H$ và ${}^{2}_{1}H$.

24. X là một kim loại có hóa trị 2. Hòa tan hoàn toàn 6,082 gam X vào HCl dư thu được 5,6 lít H_2 (đktc).

a) Tìm khối lượng nguyên tử và tên nguyên tố X.

b) X có 3 đồng vị. Biết tổng số khối của 3 đồng vị là 75. Số khối của đồng vị thứ hai bằng trung bình cộng số khối của hai đồng vị kia. Đồng vị thứ nhất có số proton bằng số nơtron. Đồng vị thứ ba chiếm 11,4% số nguyên tử và có số nơtron nhiều hơn đồng vị thứ hai là 1 đơn vị.

- Tìm số khối và số nơtron của mỗi đồng vị.
- Tìm phần trăm về số nguyên tử của hai đồng vị còn lại.

c) Mỗi khi có 50 nguyên tử của đồng vị thứ hai thì có bao nhiêu nguyên tử của các đồng vị còn lại.

25. Xét một nguyên tố X có 5 đồng vị có kí hiệu như sau:

$${}^{A_1}_{Z}X \quad {}^{A_2}X \quad {}^{A_3}X \quad {}^{A_4}X \quad \text{và} \quad {}^{70}X$$

Biết rằng:

- Tổng số khối của A_3 và A_4 lớn hơn tổng số khối của A_1 và A_2 là 4 đơn vị.

- Tổng số các hạt trong đồng vị A_2 và A_4 nhiều hơn tổng số các hạt trong đồng vị A_1 và A_3 là 2 hạt.

- Tổng số khối của 3 đồng vị A_1, A_2, A_3 là 198 đơn vị.

- Tổng số các hạt có mang điện trong A_1 và A_4 nhiều hơn tổng số các hạt không mang điện là 51.

- Số khối A_4 là trung bình cộng của các số khối còn lại.

a) Tìm các số khối A_1, A_2, A_3, A_4 và điện tích hạt nhân của nguyên tố X. Tên X là gì? Viết kí hiệu nguyên tử của các đồng vị trên.

b) Trong các đồng vị của X, hãy tính khối lượng nguyên tử (bao gồm số proton, nơtron và electron) và so với khối lượng nguyên tử (bao gồm proton và nơtron). Độ chênh lệch giữa hai cách tính này là bao nhiêu (tính bằng đơn vị cacbon và phần trăm về đơn vị). Từ đó rút ra kết luận gì chung về khối lượng của nguyên tử.

c) Biết rằng đường kính của nguyên tử X là 2,76Å. Khi sắp liên tục 10 triệu nguyên tử X trên một đường thẳng thì nó chiếm một độ dài là bao nhiêu milimet?

26. Khi cho m gam kim loại X tác dụng vừa đủ với 7,81 gam khí clo thu được 14,05943 gam muối clorua, với hiệu suất 95%. Kim loại X có hai đồng vị A, B có đặc điểm:

- Tổng số phần tử trong hai nguyên tử A, B bằng 186.

- Hiệu số hạt không mang điện của A và B bằng 2.

a) Xác định khối lượng m và khối lượng nguyên tử của kim loại X.

b) Xác định số khối A, B và số p.

c) Xác định số nguyên tử A có trong khối lượng muối nói trên.

27. Cho biết số electron tối đa có thể có trong lớp 3, 4 và 5. Trong thực tế lớp thứ 5 có bao nhiêu electron?

28. Muốn đạt đến trạng thái bền thì số electron cần phải có là bao nhiêu, cho:

a) một phân lớp. b) lớp ngoài cùng. c) các lớp phụ.

29. Dựa vào quy tắc sắp xếp electron, hãy cho biết:

a) Số lớp electron.

b) Số electron trong mỗi lớp.

c) Lớp ngoài cùng có bền hay không?

d) Đám mây của các electron lớp ngoài cùng có hình gì? Của các các nguyên tử sau đây:

Ne (Z =10), Cl (Z = 17), Al (Z = 13), C (Z = 6), Ar (Z = 18), Kr (Z = 36), Xe (Z = 54), Cu (Z = 29), K (Z = 19), Na (Z = 11), Fe (Z = 26), Cr (Z = 24), Br (Z = 35), I (Z = 53), W (Z = 74), Pt (Z = 78), Hg (Z = 80), Bi (Z = 83), Rn (Z = 86).

30. Viết cấu hình electron của các cặp nguyên tố có số hiệu nguyên tử là: 3 và 11; 4 và 12; 7 và 15; 9 và 17; 2 và 10; 10 và 18. Nhận xét về số electron lớp ngoài cùng của từng cặp. Mỗi cặp cách nhau mấy nguyên tố? Những cặp nào là kim loại? Phi kim? Khí hiếm?

31. Tổng số hạt proton, nơtron và electron trong nguyên tử của nguyên tố X là 34.

a) Định khối lượng nguyên tử của nguyên tố X.

b) Viết cấu hình electron của nguyên tử nguyên tố X.

32. Cho biết cấu hình electron sau chót của các nguyên tố sau:

a) $4s^1$ b) $3p^5$ c) $3p^6$ d) $2p^4$

e) $6s^2$ f) $5p^5$ g) $4f^2$ h) $5d^2$

- Nguyên tố nào là kim loại? Là phi kim? Là khí hiếm?
- Đối với mỗi nguyên tử, lớp electron nào liên kết với hạt nhân chặt chẽ nhất? Lớp nào yếu nhất?

33. Lớp electron ngoài cùng có những đặc điểm gì?

34. Biết được sự phân bố electron trong nguyên tử của một nguyên tố thì có lợi ích gì?

35. Tổng số hạt proton, nơtron và electron trong phân tử M_2X_3 là 152 hạt. Trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 48. Số khối của M^{2+} lớn hơn số khối của X^{2-} là 11. Số nơtron của M lớn hơn số nơtron của X^{2-} là 6.

a) Xác định công thức phân tử M_2X_3.

b) Viết cấu hình electron của M, M^{3+}, X, X^{2-}.

c) Hòa tan hết m gam M_2X_3 vào nước lấy dư, sinh ra 3,36 lít khí (đktc). Tính giá trị của m.

36. Nguyên tử X có cấu hình electron lớp ngoài cùng là $4s^1$. Nguyên tử Y có tổng số electron trong các phân lớp p là 10 electron.

a) Xác định X, Y và viết cấu hình electron của các ion bền tạo ra từ X và Y.

b) Cho 0,15 mol X tác dụng với 0,18 mol Y. Tính khối lượng sản phẩm thu được khi kết thúc phản ứng.

37. Xác định nguyên tử mà electron cuối cùng (theo mức năng lượng các obitan) điền vào obitan có các số lượng tử:

a) $n = 2 ; l = 1 ; m = 1 ; m_S = 1/2$

b) $n = 3 ; l = 0 ; m = 0 ; m_S = -1/2$

c) $n = 4 ; l = 1 ; m = 1; m_S = -1/2$

d) $n = 3 ; l = 2 ; m = 1; m_S = -1/2$

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Trong tự nhiên brom có hai đồng vị bền là ^{79}Br chiếm 50,69% số nguyên tử và ^{81}Br chiếm 49,31% số nguyên tử. Nguyên tử khối trung bình của brom là

A. 79,990 B. 80,000 C. 79,986 D. 79,689

2. Trong tự nhiên đồng có hai đồng vị là ^{63}Cu và ^{65}Cu, trong đó đồng vị ^{65}Cu chiếm khoảng 27% về số nguyên tử. Phần trăm khối lượng của ^{63}Cu trong Cu_2O là

A. 73%. B. 32,14%. C. 63%. D. 64,29%.

3. Trong tự nhiên clo có hai đồng vị bền: $^{37}_{17}Cl$ chiếm 24,23% tổng số nguyên tử, còn lại là $^{35}_{17}Cl$. Thành phần % theo khối lượng của $^{37}_{17}Cl$ trong $HClO_4$ là

A. 8,92% B. 8,43% C. 8,56% D. 8,79%

4. Một hợp chất có công thức M_2X. Biết tổng số hạt trong hợp chất là 116, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 36. Nguyên tử khối của X lớn hơn của M là 9. Tổng số ba loại hạt trong ion X^{2-} nhiều hơn trong ion M^+ là 17. Số khối của M và X lần lượt là

A. 39; 31 B. 23; 32 C. 24; 35 D. 23; 16

5. Nguyên tử của nguyên tố Y được cấu tạo bởi 36 hạt, trong đó hạt mang điện gấp đôi hạt không mang điện. Số khối A của nguyên tố đó là

A. 23 B. 24 C. 27 D. 19

6. Một nguyên tố R có 2 đồng vị có tỉ lệ số nguyên tử là 27/23. Hạt nhân của R có 35 hạt proton. Đồng vị thứ nhất có 44 hạt nơtron, đồng vị thứ 2 có số khối nhiều hơn đồng vị thứ nhất là 2. Nguyên tử khối trung bình của nguyên tố R là

A. 79,2 B. 79,8 C. 79,92 D. 80,5

7. Tổng số hạt trong nguyên tử của một nguyên tố X là 13. Số khối của X là

A. 8 B. 10 C. 11 D. 9

8. Nguyên tử khối của Bo là 10,812. Mỗi khi có 94 nguyên tử $^{10}_{5}B$ thì có số nguyên tử $^{11}_{5}B$ là

A. 425 B. 410 C. 406 D. 442

9. Cho các phát biểu sau:

(1) Số đơn vị điện tích hạt nhân đặc trưng cho một nguyên tố hoá học.
(2) Chỉ có hạt nhân nguyên tử oxi mới có 8 proton.
(3) Chỉ có hạt nhân nguyên tử oxi mới có 8 nơtron.
(4) Chỉ có trong nguyên tử oxi mới có 8 electron.
Số phát biểu không đúng là

A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

10. Cặp nguyên tử nào có cùng số nơtron?

A. $^{1}_{1}H$ và $^{4}_{2}He$ B. $^{3}_{1}H$ và $^{3}_{2}He$ C. $^{1}_{1}H$ và $^{3}_{2}He$ D. $^{2}_{1}H$ và $^{3}_{2}He$

11. Mg có 3 đồng vị ^{24}Mg, ^{25}Mg và ^{26}Mg. Clo có 2 đồng vị ^{35}Cl và ^{37}Cl. Có bao nhiêu loại phân tử $MgCl_2$ khác nhau tạo nên từ các đồng vị của 2 nguyên tố đó?

A. 6 B. 9 C. 12 D.10

12. Tổng số proton, electron, nơtron trong hai nguyên tử A và B là 142, trong đó tổng số hạt mang điện nhiều hơn tổng số hạt không mang điện là 42. Số hạt mang điện của B nhiều hơn của A là 12. Số hiệu nguyên tử của A và B là

A. 17 và 29 B. 20 và 26 C. 43 và 49 D. 40 và 52

13. Tổng số hạt proton, nơtron và electron trong phân tử MX_3 là 196, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 60. Khối lượng nguyên tử của X lớn hơn của M là 8. Tổng số hạt proton, nơtron và electron trong X^- nhiều hơn trong M^{3+} là 16. M và X lần lượt là

A. Al và Br. B. Cr và Cl. C. Al và Cl. D. Cr và Br.

14. Một nguyên tử của nguyên tố X có 75 electron và 110 nơtron. Kí hiệu nguyên tử của nguyên tố X là

A. $^{185}_{110}X$. B. $^{185}_{185}X$. C. $^{185}_{75}X$. D. $^{75}_{185}X$.

15. Hợp chất X cấu tạo từ các ion của hai nguyên tố A, B có dạng AB_2. Trong phân tử X có số hạt mang điện của B nhiều hơn số hạt mang điện của A là 44 hạt, tổng số proton trong X là 46. Công thức phân tử của X là

A. $MgCl_2$. B. $CaCl_2$. C. $MgBr_2$. D. $CaBr_2$.

16. Ion X^{2+} có tổng số hạt proton, nơtron và electron bằng 90, tổng số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 22. Kí hiệu nguyên tử nguyên tố X là

A. $^{58}_{28}Ni$. B. $^{59}_{27}Co$ C. $^{56}_{26}Fe$. D. $^{63}_{29}Cu$

17. Ở trạng thái cơ bản, cấu hình electron của nguyên tử Na (Z = 11) là

A. $1s^22s^22p^53s^2$. B. $1s^22s^22p^43s^1$. C. $1s^22s^22p^63s^2$. D. $1s^22s^22p^63s^1$.

18. Cho cấu hình của nguyên tử các nguyên tố sau:

X: $1s^22s^22p^63s^23p^5$ Y: $1s^22s^22p^63s^2$ Z: $1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$

T: $1s^22s^22p^63s^23p^6$ M: $1s^22s^22p^63s^23p^1$ N: $1s^22s^22p^63s^23p^4$

Các nguyên tố kim loại là

A. X, M, N B. Y, Z, M C. Y, T, N D. X, T, Z

19. Các electron của nguyên tử nguyên tố X được phân bố trên 4 lớp, lớp thứ tư có 2 electron, số phân lớp có chứa electron trong X là 6. Số đơn vị điện tích hạt nhân nguyên tử của nguyên tố X là

A. 19. B. 18. C. 26. D. 20

20. Cấu hình electron bền của Ni (Z = 28) và Cu (Z = 29) lần lượt là

A. $1s^22s^22p^63s^23p^63d^84s^2$; $1s^22s^22p^63s^23p^63d^94s^2$

B. $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}$; $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^1$

C. $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^8$; $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^9$

D. $1s^22s^22p^63s^23p^63d^84s^2$; $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^1$

21. Hai nguyên tố X và Y. Nguyên tử của hai nguyên tố hơn kém nhau 2 electron. Nguyên tử X có electron ở mức năng lượng cao nhất là 2p. Nguyên tử Y có 6 electron thuộc phân lớp p và có 1 electron ở lớp ngoài cùng. X, Y có cấu hình electron lần lượt là

A. $1s^22s^22p^5$ và $1s^22s^22p^63s^1$. B. $1s^22s^22p^3$ và $1s^22s^22p^1$.

C. $1s^22s^22p^4$ và $1s^22s^22p^6$. D. $1s^22s^22p^6$ và $1s^22s^22p^63s^2$.

22. Cho X (Z = 24), Y (Z = 26). X^{3+}, Y^{2+} có cấu hình electron lần lượt là

A. $[Ne]3d^4$, $[Ne]3d^44s^2$. B. $[Ne]3d^3$, $[Ne]3d^6$.

C. $[Ar]3d^3$, $[Ar]3d^6$. D. $[Ar]3d^3$, $[Ar]3d^5$.

23. Có các nguyên tố hóa học Cr (Z = 24), Fe (Z = 26), P (Z = 15), Al (Z = 13). Nguyên tố có số electron độc thân lớn nhất ở trạng thái cơ bản là

A. P. B. Fe. C. Cr. D. Al.

24. Ion X^{3+} có cấu hình electron là $1s^22s^22p^63s^23p^63d^3$, công thức oxit cao nhất của X là

A. X_2O_5. B. XO_2. C. X_2O_3. D. XO_3.

25. Có bao nhiêu nguyên tố nhóm B có lớp electron ngoài cùng là $4s^2$?

A. 2 B. 10 C. 8 D. 3

26. Cấu hình electron của ion Cu^{2+} và Cr^{3+} lần lượt là

A. $[Ar]3d^9$ và $[Ar]3d^14s^2$. B. $[Ar]3d^74s^2$ và $[Ar]3d^14s^2$.

C. $[Ar]3d^9$ và $[Ar]3d^3$. D. $[Ar]3d^74s^2$ và $[Ar]3d^3$.

27. Ion X^{n+} có cấu hình electron là $1s^22s^22p^6$, X là nguyên tố thuộc nhóm A. Số nguyên tố hóa học thỏa mãn với điều kiện của X là

A. 3. B. 2. C. 4. D. 5.

28. Cho nguyên tử của các nguyên tố: X (Z = 11); Y (Z = 13); G (Z = 15); E (Z = 17); F (Z = 24). Số nguyên tố mà nguyên tử có 1 electron độc thân ở trạng thái cơ bản là

A. 1. B. 2 C. 3 D. 4

29. Cation M^{3+} có cấu hình electron phân lớp ngoài cùng là $3d^6$. Anion X^- có cấu hình electron phân lớp ngoài cùng là $4p^6$. Cấu hình electron của nguyên tử M và X lần lượt là

A. $[Ar]3d^7 4s^2$ và $[Ar]3d^{10}4s^2 4p^5$ B. $[Ar]3d^9$ và $[Kr]5s^1$

C. $[Ar]3d^9$ và $[Ar]3d^{10}4s^2 4p^5$ D. $[Ar]3d^7 4s^2$ và $[Kr]5s^1$

30. Cho nguyên tử của các nguyên tố: X (Z = 11); Y (Z = 12); L (Z = 17); E (Z = 16); G (Z = 8); Q (Z = 9); T (Z = 18); M (Z = 19). Trường hợp nào sau đây chỉ gồm các nguyên tử và ion có cùng cấu hình electron?

A. X^+, Y^{2+}, G^{2-}, L^-. B. L^-, E^{2-}, T, M^+.

C. X^+, Y^{2+}, G^{2-}, Q. D. Q^-, E^{2-}, T, M^+.

31. Các electron của nguyên tử nguyên tố X được phân bố trên 3 lớp, lớp thứ ba có 7 electron. Số đơn vị điện tích hạt nhân của nguyên tử nguyên tố X là

A. 16. B. 17. C. 15 D. 18.

32. Các obitan trong một phân lớp electron

A. Có cùng sự định hướng trong không gian.

B. Có cùng mức năng lượng.

C. Khác nhau về mức năng lượng.

D. Có hình dạng không phụ thuộc vào đặc điểm mỗi phân lớp.

D. ĐÁP ÁN

1C	2D	3A	4B	5B	6C	7D	8C	9B	10D	11B	12B
13C	14C	15A	16D	17D	18B	19D	20D	21A	22C	23C	24D
25C	26C	27A	28C	29A	30B	31A	32B				

E. HƯỚNG DẪN GIẢI NHANH

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1. $\dfrac{\text{Đường kính khối cầu}}{\text{Đường kính hạt nhân}} = \dfrac{\text{Bán kính khối cầu}}{\text{Bán kính hạt nhân}} = 10^4$

Khi phóng đại hạt nhân thành một quả bóng có đường kính 8 cm thì đường kính khối cầu sẽ là 8.10^4 cm = 80 m.

2. a) KLTĐ của $O_2 = 32.1,66.10^{-24} = 53,12.10^{-24}$ gam

KLTĐ của $Na = 23.1,66.10^{-24} = 38,18.10^{-24}$ gam

b) Khối lượng phân tử $N_2 = \dfrac{2.23,24.10^{-24}}{1,66.10^{-24}} = 28$ đvC

Khối lượng nguyên tử He $= \dfrac{6,64.10^{-24}}{1,66.10^{-24}} = 4$ đvC

c) Khối lượng mol phân tử $O_2 = 32$ gam.
KLTĐ của 1 phân tử $O_2 = 53,12.10^{-24}$ gam

⇒ Số phân tử O_2 có trong 32 gam O_2 là: $n = \dfrac{32}{53,12.10^{-24}} = 6,02.10^{23}$ phân tử

⇒ Một khối lượng mol phân tử hoặc nguyên tử của bất kì chất nào cũng đều chứa $6,02.10^{23}$ phân tử (hoặc nguyên tử).

3. Số nguyên tử (hoặc phân tử) = Số mol nguyên tử (hoặc phân tử) x $6,02.10^{23}$

a) Số phân tử $O_2 = n_{O_2}.6,02.10^{23} = \dfrac{13,28.6,02.10^{23}}{32} = 2,4983.10^{23}$ phân tử.

b) Số phân tử $N_2 = n_{N_2}.6,02.10^{23} = \dfrac{139,44.6,02.10^{23}}{28} = 29,9796.10^{23}$ phân tử.

c) Số nguyên tử $C = n_C.6,02.10^{23} = \dfrac{39,84.6,02.10^{23}}{12} = 19,9864.10^{23}$ nguyên tử.

d) Số nguyên tử $S = n_S.6,02.10^{23} = \dfrac{79,68.6,02.10^{23}}{32} = 14,9898.10^{23}$ nguyên tử.

4. a) $m_{Na} = 2,5.10^{24}.1,66.10^{-24} = 4,15$ gam

b) $m_{Br_2} = 10^{25}.1,66.10^{-24} = 16,6$ gam

5. Nguyên tố hóa học là những nguyên tử có cùng điện tích hạt nhân (hay có cùng số proton và cùng số electron).

Số hiệu nguyên tử đặc trưng cho mỗi nguyên tố hóa học vì mỗi một nguyên tố hóa học chỉ có duy nhất một giá trị số hiệu nguyên tử.

6. Số đơn vị điện tích hạt nhân (Z) = số proton = số electron

Số khối của hạt nhân (A) bằng tổng số proton (Z) và tổng số notron (N).

$A = Z + N$

7. (a) và (c) luôn đúng. (b) không đúng vì có nhiều nguyên tử mà số hạt proton và số hạt notron không bằng nhau như: Na (11p, 12n), Al (13p, 14n), Cl (17p, 18n) ...

8. Các mệnh đề (b), (c) và (e) không đúng.

9. a) $r_{nt\,Al} = 1,43\ A^0 = 1,43.10^{-8}$ cm ⇒ $V_{Al} = \dfrac{4}{3}\pi r^3 = 12,2426.10^{-24}$ cm^3

$m_{Al} = 27$ đvC $= 27.1,66.10^{-24} = 44,82.10^{-24}$ gam.

$\Rightarrow$ Khối lượng riêng của Al = $\dfrac{m_{Al}}{V_{Al}} = \dfrac{44,82.10^{-24}}{12,2426.10^{-24}} = 3,61\,\text{gam/cm}^3$

b) Vì trong thực tế, thể tích thật chiếm bởi các nguyên tử chỉ bằng 74% của tinh thể, còn lại là các khe trống nên:

$$V_{Al} = \frac{12,2426.10^{-24}.100}{75} = 16,323466.10^{-24}\,\text{cm}^3$$

$$\Rightarrow d = \frac{m_{Al}}{V_{Al}} = \frac{44,82.10^{-24}}{16,323466.10^{-24}} = 2,745\,\text{gam/cm}^3$$

10. Coi nguyên tử Cu có dạng hình cầu $\Rightarrow V_{NT} = \dfrac{4}{3}\pi r_{Cu}^3$

$$\Rightarrow V_{TT\,Cu} = \frac{100V_{NT}}{74} = \frac{100.4.3,14r_{Cu}^3}{74.3}$$

Mặt khác:

$m_{Cu} = 63,5$ đvC $= 63,5.1,66.10^{-24} = 105,41.10^{-24}$ gam

$$d = \frac{m_{Cu}}{V_{TT}} \Rightarrow V_{TT} = \frac{m_{Cu}}{d} \Rightarrow \frac{100.4.3,14r_{Cu}^3}{74.3} = \frac{105,41.10^{-24}}{8,93}$$

$\Rightarrow r_{Cu} = 1,28.10^{-8}$ cm = 1,28Å.

11. Các đồng vị của cùng một nguyên tố hóa học là những nguyên tử có cùng số proton nhưng khác nhau về số nơtron, do đó số khối A của chúng khác nhau.

Ví dụ: Silic có ba đồng vị: $^{28}_{14}Si$, $^{29}_{14}Si$, $^{30}_{14}Si$.

Sắt có bốn đồng vị: $^{54}_{26}Fe$, $^{56}_{26}Fe$, $^{57}_{26}Fe$, $^{58}_{26}Fe$.

a) Các nguyên tử là đồng vị của nhau: A, D và H; B và C; E và G.

b) Các nguyên tử là đồng khối: B và H; F và G.

c) Số nơtron của các nguyên tử:

$n_A = 14 - 7 = 7$; $n_B = 16 - 8 = 8$; $n_C = 17 - 8 = 9$; $n_D = 15 - 7 = 8$;

$n_E = 20 - 10 = 10$; $n_F = 22 - 11 = 11$; $n_G = 22 - 10 = 12$; $n_H = 16 - 7 = 9$.

Vậy: B và D; C và H là những nguyên tử có cùng số nơtron.

12. Ta có: $\overline{M}_B = \dfrac{10.18,89 + 11.81,11}{100} = 10,81$ gam/mol

13. a) Khối lượng nguyên tử trung bình của chì:

$$\overline{M}_{Pb} = \frac{204.2,5 + 206.23,7 + 207.22,4 + 208.51,4}{100} = 207,202\ \text{gam/mol.}$$

b) - Với đồng vị $^{204}_{82}Pb$: $N = A - Z = 204 - 82 = 122 \Rightarrow \dfrac{\Sigma n}{\Sigma p} = \dfrac{N}{Z} = \dfrac{122}{82} = 1,487$

- Với đồng vị $^{206}_{82}Pb$: $N = A - Z = 206 - 82 = 124 \Rightarrow \dfrac{\Sigma n}{\Sigma p} = \dfrac{N}{Z} = \dfrac{124}{82} = 1,512$

- Với đồng vị $^{207}_{82}Pb$: $N = A - Z = 207 - 82 = 125 \Rightarrow \dfrac{\Sigma n}{\Sigma p} = \dfrac{N}{Z} = \dfrac{125}{82} = 1,524$

- Với đồng vị $^{208}_{82}Pb$: $N = A - Z = 208 - 82 = 126 \Rightarrow \dfrac{\Sigma n}{\Sigma p} = \dfrac{N}{Z} = \dfrac{126}{82} = 1,536$

14. Ta có: $\overline{A}_{Br} = \dfrac{79.54,5 + A(100-54,5)}{100} = 79,91 \Rightarrow A = 81$

Vậy, khối lượng nguyên tử của đồng vị thứ hai là 81.

15. Ta có: $\overline{A}_{Sb} = \dfrac{121.62 + A(100-62)}{100} = 121,76 \Rightarrow A = 123$

Vậy, khối lượng nguyên tử của đồng vị thứ hai là 123.

16. Gọi a là số nguyên tử $^{11}_{5}B$ cần tìm.

Ta có: $\overline{A}_{B} = \dfrac{94.10 + 11x}{94 + x} = 10,812 \Rightarrow x = 406$ nguyên tử.

17. Gọi x là phần trăm số nguyên tử đồng vị $^{63}_{29}Cu \Rightarrow$ Phần trăm số nguyên tử đồng vị $^{65}_{29}Cu$ là (100 - x).

Ta có: $\dfrac{63x + 65(100-x)}{100} = 63,54 \Rightarrow x = 73\%$

Vậy: $\%^{63}_{29}Cu = 73\%$; $\%^{65}_{29}Cu = 27\%$.

18. Đối với nguyên tử bền (trừ H) thì $1 \le \dfrac{N}{Z} \le 1,5$ (*)

Mà $A = 2Z + N \Rightarrow N = A - 2Z$

Thay N vào (*) ta rút ra: $\dfrac{A}{3,5} \le Z \le \dfrac{A}{3}$

- Với nguyên tử B $\Rightarrow \dfrac{16}{3,5} \le Z \le \dfrac{16}{3} \Rightarrow 4,57 \le Z \le 5,33$

$\Rightarrow Z = 5 \Rightarrow$ B là Bo $\Rightarrow N = 16 - 2Z = 6$; $A = 5 + 6 = 11$

- Với nguyên tử D và E $\Rightarrow \dfrac{58}{3,5} \le Z \le \dfrac{58}{3} \Rightarrow 16,57 \le Z \le 19,33$

$\Rightarrow Z = 17; 18; 19$

- Nếu Z = 17 (Cl) $\Rightarrow N = 24 \Rightarrow A = 17 + 24 = 41$ (loại vì clo không có đồng vị $^{41}_{17}Cl$).

- Nếu Z = 18 (Ar) $\Rightarrow N = 22 \Rightarrow A = 18 + 22 = 40$ (nhận vì agon có đồng vị $^{40}_{18}Ar$).

- Nếu Z = 19 (K) ⇒ N = 20 ⇒ A = 19 + 20 = 39 (nhận vì kali có đồng vị $^{39}_{19}K$)

Vậy B và E có thể là $^{40}_{18}Ar$ và $^{39}_{19}K$.

19. a) Theo đề ra, ta có:

$$A_1 + A_2 + A_3 = 87 \quad (1)$$

$$A_2 - A_1 = 1 \quad (2)$$

Khối lượng của một nguyên tử X là $\frac{5621,4}{200} = 28,107$ gam/mol

$$\Rightarrow \overline{A}_X = \frac{92,3.A_1 + 4,7.A_2 + 3.A_3}{100} = 28,107 \ (3)$$

Giải hệ (1); (2); (3) ta được: $\begin{cases} A_1 = 28 \\ A_2 = 29 \\ A_3 = 30 \end{cases}$

b) Xét đồng vị $^{A_1}_{Z}X$. Vì số proton bằng số nơtron nên ta có:

$2Z_X = A_1 = 28 \Rightarrow Z_X = 14$ (Si)

20. a) Gọi x là phần trăm số nguyên tử đồng vị $^{35}_{17}Cl$ ⇒ Phần trăm số nguyên tử đồng vị $^{37}_{17}Cl$ là (100 - x).

Ta có: $\frac{35x + 37(100-x)}{100} = 35,5 \Rightarrow x = 75\%$

Cứ 1 mol $HClO_4$ có chứa 1 mol Cl ứng với 0,75 mol $^{35}_{17}Cl$ nên phần trăm khối lượng của $^{35}_{17}Cl$ trong phân tử $HClO_4$ là

$$\%m_{^{35}Cl} = \frac{35.0,75.100\%}{1+35,5+16.4} = 26,12\%$$

b) Phần trăm số nguyên tử đồng vị $^{37}_{17}Cl$ là: 100 - 75 = 25%

Cứ 1 mol $KClO_4$ có chứa 1 mol Cl ứng với 0,25 mol $^{37}_{17}Cl$ nên phần trăm khối lượng của $^{37}_{17}Cl$ có trong $KClO_4$ là

$$\%m_{^{37}Cl} = \frac{37.0,25.100\%}{39+35,5+16.4} = 6,68\%$$

21. a) Theo đề ra, ta có hệ: $\begin{cases} 2Z_R + N_R = 115 \\ 2Z_R - N_R = 25 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_R = 35 \\ N_R = 45 \end{cases}$

Vậy nguyên tử R có 35 proton, 45 nơtron và số khối $A = N_R + Z_R = 80$.

Vì có Z = 35 nên R là nguyên tố brom (Br).

b) α) $n_{Na} = \dfrac{10,12}{23} = 0,44$ mol.

Theo định luật bảo toàn khối lượng thì

$m_B = m_{muối} - m_{Na} = 45,32 - 10,12 = 35,2$ gam

$nNa \quad + \quad B \rightarrow Na_nB$

$0,44 \rightarrow \dfrac{0,44}{n}$

$\Rightarrow m_B = \dfrac{0,44}{n}.M_B = 35,2 \Rightarrow M_B = 80n$

Nghiệm phù hợp là $n = 1$ và $M_B = 80 \Rightarrow$ B là brom (Br).

β) Ta có: $M_B = \dfrac{A_1.50 + A_2.50}{100} = 80 \Rightarrow A_1 + A_2 = 160$ (1)

Mặt khác: $A_2 - A_1 = 1$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $A_1 = 79$ và $A_2 = 81$

Các phản ứng của brom:

$2Na + Br_2 \xrightarrow{t^0} 2NaBr$

$Zn + Br_2 \xrightarrow{t^0} ZnBr_2$

$Cu + Br_2 \xrightarrow{t^0} CuBr_2$

$\underset{}{2P} + \underset{(thiếu)}{3Br_2} \xrightarrow{t^0} 2PBr_3$

$\underset{}{2P} + \underset{(dư)}{5Br_2} \xrightarrow{t^0} 2PBr_5$

22. $\overline{M}_{Ar} = \dfrac{0,3.36 + 0,06.38 + 99,6.40}{100} = 39,9708$;

$\overline{M}_K = \dfrac{93,08.39 + 0,012.40 + 6,9.41}{100} = 39,135$

Ta thấy argon có nguyên tử khối lớn hơn kali, trong khi đó số hiệu nguyên tử argon lại nhỏ hơn kali. Sở dĩ như vậy là do argon có đồng vị có số khối cao chiếm tỷ lệ cao nhất, còn ở kali thì đồng vị có số khối thấp nhất lại chiếm tỷ lệ cao nhất.

23. Đặt x là %.đồng vị $^1_1H \Rightarrow$ % đồng vị ^2_1H là (100 - x) (0 < x < 100).

Ta có:

$\overline{A}_H = \dfrac{x + 2(100 - x)}{100} = 1,008 \Rightarrow x = 99,2\%$

$\Rightarrow$ Phần trăm đồng vị ^2_1H là 100% - 99,2% = 0,8%

Trong 1 ml H_2O hay 1 gam H_2O có $\frac{1}{9}$ mol H ứng với $\frac{1.0,8}{9.100}$ mol ${}_1^2H$

$\Rightarrow$ Số nguyên tử ${}_1^2H$ có trong 1 ml H_2O là

$$\frac{1.0,8}{9.100}.6,02.10^{23} = 5,35.10^{20} \text{ nguyên tử.}$$

24. a) $X + 2HCl \rightarrow XCl_2 + H_2\uparrow$

0,25 ← 0,25

$\Rightarrow M_X = \frac{6,082}{0,25} = 24,328$ gam/mol $\Rightarrow$ X là magiê (Mg).

b) Gọi A_1, A_2, A_3, N_1, N_2 và N_3 lần lượt là số khối và số nơtron của đồng vị thứ nhất, thứ hai và thứ ba. Ta có:

$A_1 + A_2 + A_3 = 75$ (1)

Số khối của đồng vị thứ hai bằng trung bình cộng số khối của hai đồng vị kia nên

$A_1 + A_3 = 2A_2$ (2)

Đồng vị thứ ba có số nơtron nhiều hơn đồng vị thứ hai là 1 đơn vị

$\Rightarrow N_3 - N_2 = 1$ hay $A_3 - A_2 = 1$ (3)

Giải hệ (1); (2); (3) ta được: $\begin{cases} A_1 = 24 \\ A_2 = 25 \\ A_3 = 26 \end{cases}$

Đồng vị thứ nhất có số nơtron bằng số proton nên $Z = N_1 = \frac{A_1}{2} = 12$ (Mg)

$\Rightarrow A_2 = Z + N_2 = 25 \Rightarrow N_2 = 13$

$\Rightarrow A_3 = Z + N_3 = 26 \Rightarrow N_3 = 14$

Gọi x là phần trăm về số nguyên tử của đồng vị ${}^{24}Mg$ $\Rightarrow$ Phần trăm số nguyên tử đồng vị ${}^{25}Mg$ là: $100 - (11,4 + x) = (88,6 - x)$.

Ta có: $\frac{24x + 25(88,6 - x) + 26.11,4}{100} = 24,328 \Rightarrow x = 78,6\%$

$\Rightarrow$ Phần trăm về số nguyên tử của hai đồng vị còn lại là:

${}^{24}Mg$ (78,6%) và ${}^{25}Mg$ (10%).

c) Khi có 50 nguyên tử đồng vị ${}^{25}Mg$ thì tổng số nguyên tử của cả ba đồng vị là

$\frac{50.100}{10} = 500$ nguyên tử

$\Rightarrow$ Số nguyên tử của đồng vị ^{24}Mg là: $\dfrac{78,6.500}{100} = 393$ nguyên tử ^{24}Mg

$\Rightarrow$ Số nguyên tử của đồng vị ^{26}Mg là: $\dfrac{11,4.500}{100} = 57$ nguyên tử ^{26}Mg

25. a) Theo đề ra, ta có hệ:

$$\begin{cases} A_3 + A_4 - A_1 - A_2 = 4 \\ A_2 + A_4 - A_1 - A_3 = 2 \\ A_1 + A_2 + A_3 = 198 \\ A_1 + A_2 + A_3 = 3A_4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A_1 = 63 \\ A_2 = 67 \\ A_3 = 68 \\ A_4 = 66 \end{cases} \Rightarrow A_1 = Z_X + N_1 = 63 \Rightarrow N_1 = 63 - Z_X$$

$A_4 = Z_X + N_4 = 66 \Rightarrow N_4 = 66 - Z_X$

Tổng số các hạt có mang điện trong A_1 và A_4 nhiều hơn tổng số các hạt không mang điện là 49 nên

$$4Z_X - (N_1 + N_4) = 49 \Rightarrow 4Z_X - (63 - Z_X + 66 - Z_X) = 51 \Rightarrow Z_X = 30$$

Vậy X là kẽm (Zn).

b) - Đồng vị ^{63}Zn : $m_{NT} = 30m_p + 33m_n + 30m_e = 30.1 + 33.1 + 30.\dfrac{1}{1840}$

$= 63,0163$ đvC.

Nếu bỏ qua khối lượng của electron thì: $m_{NT} = 30m_p + 33m_n = 63$ đvC

$\Rightarrow$ Sự chênh lệch giữa hai cách tính:

Theo đơn vị cacbon: $63,0163 - 63 = 0,0163$ đvC

Phần trăm về đơn vị: $\dfrac{0,0163.100\%}{63,0163} = 0,0258\%$ (tương đối nhỏ).

- Đồng vị ^{66}Zn : $m_{NT} = 30m_p + 36m_n + 30m_e = 30.1 + 36.1 + 30.\dfrac{1}{1840}$

$= 66,0163$ đvC.

Nếu bỏ qua khối lượng của electron thì: $m_{NT} = 30m_p + 36m_n = 66$ đvC

$\Rightarrow$ Sự chênh lệch giữa hai cách tính:

Theo đơn vị cacbon: $66,0163 - 66 = 0,0163$ đvC

Phần trăm về đơn vị: $\dfrac{0,0163.100\%}{66,0163} = 0,0245\%$ (tương đối nhỏ).

- Đồng vị ^{67}Zn :

$$m_{NT} = 30m_p + 37m_n + 30m_e = 30.1 + 37.1 + 30.\frac{1}{1840} = 67,0163 \text{ đvC.}$$

Nếu bỏ qua khối lượng của electron thì

$m_{NT} = 30m_p + 37m_n = 67$ đvC

⇒ Sự chênh lệch giữa hai cách tính:

Theo đơn vị cacbon: 67,0163 - 67 = 0,0163 đvC

Phần trăm về đơn vị: $\dfrac{0,0163.100\%}{67,0163} = 0,0243\%$ (tương đối nhỏ).

- Đồng vị ^{68}Zn : $m_{NT} = 30m_p + 38m_n + 30m_e = 30.1 + 38.1 + 30.\dfrac{1}{1840}$

$= 68,0163$ đvC.

Nếu bỏ qua khối lượng của electron thì: $m_{NT} = 30m_p + 38m_n = 68$ đvC

⇒ Sự chênh lệch giữa hai cách tính:

Theo đơn vị cacbon: 68,0163 - 68 = 0,0163 đvC

Phần trăm về đơn vị: $\dfrac{0,0163.100\%}{68,0163} = 0,0239\%$ (tương đối nhỏ).

- Đồng vị ^{70}Zn : $m_{NT} = 30m_p + 40m_n + 30m_e = 30.1 + 40.1 + 30.\dfrac{1}{1840}$

$= 40,0163$ đvC.

Nếu bỏ qua khối lượng của electron thì: $m_{NT} = 30m_p + 40m_n = 70$ đvC

⇒ Sự chênh lệch giữa hai cách tính:

Theo đơn vị cacbon: 70,0163 - 70 = 0,0163 đvC

Phần trăm về đơn vị: $\dfrac{0,0163.100\%}{70,0163} = 0,0233\%$ (tương đối nhỏ).

Kết luận chung: Khối lượng nguyên tử tập trung hầu hết ở hạt nhân, khối lượng của các electron là không đáng kể so với khối lượng của nguyên tử. Có thể coi khối lượng nguyên tử xấp xỉ bằng khối lượng của hạt nhân nguyên tử hoặc xấp xỉ bằng số khối của nguyên tử đó.

c) Khi sắp liên tục 10 triệu nguyên tử Zn có đường kính 2,76Å (hay $2,76.10^{-7}$ mm) trên một đường thẳng thì nó chiếm độ dài là: $2,76.10^{-7}.10^{7} = 2,76$ mm

26. a) Khối lượng muối clorua thu được theo lí thuyết:

$$\frac{14.05943.100}{95} = 14,7994 \text{ gam}$$

$\Rightarrow m_X = 14,799 - 7,81 = 6,9894$ gam; $n_{Cl_2} = \dfrac{7,81}{71} = 0,11$ mol

$$2X + nCl_2 \rightarrow 2XCl_n$$

$$\frac{0,22}{n} \leftarrow 0,11$$

$\Rightarrow M_X = \dfrac{6,9894n}{0,22} = 31,77n \Rightarrow n = 2$ và $M_X = 63,54$ (Cu)

b) Cu có $Z = 29 \Rightarrow$ Nguyên tử Cu có 29 proton và 29 electron

Gọi A_1, A_2 là số khối của hai đồng vị ^{A_1}Cu và ^{A_2}Cu ta có:

$$A_1 + 29 + A_2 + 29 = 186 \Rightarrow A_1 + A_2 = 128 \qquad (1)$$

$$A_2 - A_1 = 2 \qquad (2)$$

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} A_1 = 63 \\ A_2 = 65 \end{cases}$

c) Gọi x là phần trăm số nguyên tử $^{63}Cu \Rightarrow$ Phần trăm số nguyên tử ^{65}Cu là (100 - x).

Ta có: $\dfrac{63x + 65(100 - x)}{100} = 63,54 \Rightarrow x = 73\%$

$n_{CuCl_2} = \dfrac{14,7994}{63,54 + 71} = 0,11$ mol $\Rightarrow$ Cứ 0,11 mol $CuCl_2$ có chứa 0,11 mol Cu ứng với $0,11.0,73 = 0,0803$ mol ^{63}Cu

$\Rightarrow$ Số nguyên tử ^{63}Cu có trong 14,7994 gam $CuCl_2$ là

$0,0803.6,02.10^{23} = 483406.10^{17}$ nguyên tử.

27. Lớp thứ n có tối đa $2n^2$ electron. Vì vậy:

- Lớp M (n =3) có tối đa $2.3^2 = 18$ electron ($3s^23p^63d^{10}$).
- Lớp N (n = 4) có tối đa $2.4^2 = 32$ electron ($4s^24p^64d^{10}4f^{14}$)
- Lớp O (n = 5) có tối đa $2.5^2 = 50$ electron.

Tuy nhiên, nguyên tử chỉ có 4 phân lớp electron (s, d, d, f) nên thực tế lớp O (n = 5) chỉ có tối đa 32 electron ($5s^25p^65p^65f^{14}$).

28. a) Phân lớp đó đã bão hòa số electron:

+) 2 electron đối với phân lớp s (s^2).

+) 6 electron đối với phân lớp p (p^6).

+) 10 electron đối với phân lớp d (d^{10}) hoặc 5 electron (d^5) "bán bão hòa".

+) 14 electron đối với phân lớp f (f^{14}).

b) Để đạt đến trạng thái bền vững thì cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử phải giống khí hiếm gần nhất với nó tức là

+) 2 electron lớp ngoài cùng (tương tự He).

+) 8 electron lớp ngoài cùng (tương tự các khí hiếm còn lại).

c) Đối với các lớp phụ để đạt đến trạng thái bền vững thì các phân lớp đều được bão hòa số electron. Riêng đối với phân lớp d thì ngoài việc bão hòa số electron (d^{10}) thì nguyên tử có thể đạt đến trạng thái bán bão hòa (d^5).

29. - Đối với nguyên tử Ne (Z = 10): $1s^22s^22p^6$

Vậy:

Ne có 2 lớp electron

Lớp K (n = 1) có 2 electron ($1s^2$)

Lớp L (n = 2) có 8 electron ($2s^22p^6$)

Lớp ngoài cùng có 8 electron nên bền vững.

Hình dạng đám mây electron của lớp ngoài cùng:

Có 2 electron s dạng hình cầu.

Có 6 electron p có dạng hình số tám nổi.

- Đối với nguyên tử Cl (Z = 17): $1s^22s^22p^63s^23p^5$

Vậy:

Cl có 3 lớp electron

Lớp K (n = 1) có 2 electron ($1s^2$)

Lớp L (n = 2) có 8 electron ($2s^22p^6$)

Lớp M (n = 3) có 7 electron ($3s^23p^5$)

Lớp ngoài cùng có 7 electron (chưa đủ 8 electron) nên kém bền vững.

Hình dạng đám mây electron của lớp ngoài cùng:

Có 2 electron s dạng hình cầu.

Có 5 electron p có dạng hình số tám nổi.

- Đối với nguyên tử Al (Z = 13): $1s^22s^22p^63s^23p^1$

Vậy:

Al có 3 lớp electron

Lớp K (n = 1) có 2 electron ($1s^2$)

Lớp L (n = 2) có 8 electron ($2s^22p^6$)

Lớp M (n = 3) có 3 electron ($3s^23p^1$)

Lớp ngoài cùng có 3 electron nên kém bền vững.

Hình dạng đám mây electron của lớp ngoài cùng:

Có 2 electron s dạng hình cầu.

Có 1 electron p có dạng hình số tám nổi.

- Đối với nguyên tử C (Z = 6): $1s^22s^22p^2$

Vậy:

C có 2 lớp electron

Lớp K (n = 1) có 2 electron ($1s^2$)

Lớp L (n = 2) có 4 electron ($2s^22p^2$)

Lớp ngoài cùng có 4 electron nên bền vững.

Hình dạng đám mây electron của lớp ngoài cùng:

Có 2 electron s dạng hình cầu.

Có 2 electron p có dạng hình số tám nổi.

- Đối với nguyên tử Ar (Z = 18): $1s^22s^22p^63s^23p^6$

Vậy:

Ar có 3 lớp electron

Lớp K (n = 1) có 2 electron ($1s^2$)

Lớp L (n = 2) có 8 electron ($2s^22p^6$)

Lớp M (n = 3) có 8 electron ($3s^23p^6$)

Lớp ngoài cùng có 8 electron nên bền vững.

Hình dạng đám mây electron của lớp ngoài cùng:

Có 2 electron s dạng hình cầu.

Có 6 electron p có dạng hình số tám nổi.

- Đối với nguyên tử Kr (Z = 36): $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^6$

Vậy:

Kr có 4 lớp electron

Lớp K (n = 1) có 2 electron ($1s^2$)

Lớp L (n = 2) có 8 electron ($2s^22p^6$)

Lớp M (n = 3) có 18 electron ($3s^23p^63d^{10}$)

Lớp N (n = 4) có 8 electron ($4s^24p^6$)

Lớp ngoài cùng có 8 electron nên bền vững.

Hình dạng đám mây electron của lớp ngoài cùng:

Có 2 electron s dạng hình cầu.

Có 6 electron p có dạng hình số tám nổi.

- Đối với nguyên tử Xe (Z = 54): $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^64d^{10}5s^25p^6$

Vậy:

Xe có 5 lớp electron

Lớp K (n = 1) có 2 electron ($1s^2$)

Lớp L (n = 2) có 8 electron ($2s^22p^6$)

Lớp M (n = 3) có 18 electron ($3s^23p^63d^{10}$)

Lớp N (n = 4) có 18 electron ($4s^24p^64d^{10}$)

Lớp O (n = 5) có 8 electron ($5s^25p^6$)

Lớp ngoài cùng có 8 electron nên bền vững.

Hình dạng đám mây electron của lớp ngoài cùng:

Có 2 electron s dạng hình cầu.

Có 6 electron p có dạng hình số tám nổi.

- Đối với nguyên tử Cu (Z = 29): $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^1$

Vậy:

Cu có 4 lớp electron

Lớp K (n = 1) có 2 electron ($1s^2$)

Lớp L (n = 2) có 8 electron ($2s^22p^6$)

Lớp M (n = 3) có 18 electron ($3s^23p^63d^{10}$)

Lớp N (n = 4) có 1 electron ($4s^1$)

Lớp ngoài cùng có 1 electron nên kém bền vững.

Hình dạng đám mây electron của lớp ngoài cùng:

Có 1 electron s dạng hình cầu.

Các nguyên tử còn lại bạn đọc tự giải.

30. Cấu hình electron của các cặp nguyên tố:

- *Cặp 1:* B (Z = 3): $1s^22s^22p^1 \Rightarrow$ B có 3 electron lớp ngoài cùng và là nguyên tố phi kim (trường hợp đặc biệt).

Na (Z = 11): $1s^22s^22p^63s^1 \Rightarrow$ Na có 1 electron lớp ngoài cùng nên là nguyên tố kim loại.

Na và B cách nhau 11 - 3 = 8 nguyên tố trong bảng tuần hoàn.

- *Cặp 2:* Be (Z = 4): $1s^22s^2 \Rightarrow$ Be có 2 electron lớp ngoài cùng nên là nguyên tố kim loại.

Mg (Z = 12): $1s^22s^22p^63s^2 \Rightarrow$ Mg có 2 electron lớp ngoài cùng nên là nguyên tố kim loại.

Mg và Be cách nhau 12 - 4 = 8 nguyên tố trong bảng tuần hoàn.

- *Cặp 3:* N (Z = 7): $1s^22s^22p^3 \Rightarrow$ N có 5 electron lớp ngoài cùng nên là nguyên tố phi kim.

P (Z = 15): $1s^22s^22p^63s^23p^3 \Rightarrow$ P có 5 electron lớp ngoài cùng nên là nguyên tố phi kim.

P và N cách nhau 15 - 7 = 8 nguyên tố trong bảng tuần hoàn.

- *Cặp 4:* F (Z = 9): $1s^22s^22p^5 \Rightarrow$ F có 7 electron lớp ngoài cùng nên là nguyên tố phi kim.

Cl (Z = 17): $1s^22s^22p^63s^23p^5 \Rightarrow$ Cl có 7 electron lớp ngoài cùng nên là nguyên tố phi kim.

Cl và F cách nhau 17 - 9 = 8 nguyên tố trong bảng tuần hoàn.

- *Cặp 5:* He (Z = 2): $1s^2 \Rightarrow$ He có 2 electron lớp ngoài cùng và là nguyên tố khí hiếm.

Ne (Z = 10): $1s^22s^22p^6 \Rightarrow$ Ne có 8 electron lớp ngoài cùng nên là nguyên tố khí hiếm.

Ne và He cách nhau 10 - 2 = 8 nguyên tố trong bảng tuần hoàn.

- *Cặp 6:* Ne (Z = 10): $1s^22s^22p^6 \Rightarrow$ Ne có 8 electron lớp ngoài cùng và là nguyên tố khí hiếm.

Ar (Z = 18): $1s^22s^22p^63s^23p^6 \Rightarrow$ Ar có 8 electron lớp ngoài cùng nên là nguyên tố khí hiếm.

Ne và Ar cách nhau 18 - 10 = 8 nguyên tố trong bảng tuần hoàn.

31. a) Gọi Z_X, N_X lần lượt là số hiệu nguyên tử và số nơtron của nguyên tử nguyên tố X. Ta có:

$Z_X = \Sigma$ số e $= \Sigma$ số p

$\Rightarrow$ Tổng số hạt electron, proton và nơtron trong nguyên tử X là

$2Z_X + N_X = 34 \Rightarrow N_X = 34 - 2Z_X$

Đối với nguyên tử bền có $Z \leq 82$ (trừ H, He), ta có:

$$1 \leq \frac{N}{Z} \leq 1,5 \Rightarrow Z_X \leq 34 - 2Z_X \leq 1,5Z_X$$

$$\Rightarrow \frac{34}{3,5} \leq Z_X \leq \frac{34}{3} \Rightarrow 9,71 \leq Z_X \leq 11,33 \Rightarrow Z_X = 10 \text{ và } 11.$$

Nếu $Z_X = 10$ (Ne) $\Rightarrow N_X = 14$ (loại vì Ne không có đồng vị $^{24}_{10}Ne$)

Nếu $Z_X = 11$ (Na) $\Rightarrow N_X = 12$ (nhận vì Na có đồng vị $^{23}_{11}Na$)

$\Rightarrow$ Khối lượng nguyên tử của nguyên tố Na là

$m_{Na} = 11m_P + 12m_n + 11m_e$

$= 11.1,6726.10^{-27} + 12.1,6748.10^{-27} + 11.9,1024.10^{-31}$

$= 38,50621264.10^{-27}$ kg.

b) Cấu hình electron của nguyên tử Na:

Na (Z = 11): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

32. a) Cấu hình electron đầy đủ: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

$\Rightarrow$ Đó là nguyên tố kim loại vì có 1 electron lớp ngoài cùng.

$\Rightarrow$ Lớp K (n = 1) liên kết với hạt nhân chặt chẽ nhất vì ở gần hạt nhân nhất, lớp N (n = 4) liên kết với hạt nhân yếu nhất vì ở xa hạt nhân nhất.

b) Cấu hình electron đầy đủ: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

$\Rightarrow$ Đó là nguyên tố phi kim vì có 7 electron lớp ngoài cùng.

$\Rightarrow$ Lớp K (n = 1) liên kết với hạt nhân chặt chẽ nhất vì ở gần hạt nhân nhất, lớp M (n = 3) liên kết với hạt nhân yếu nhất vì ở xa hạt nhân nhất.

c) Cấu hình electron đầy đủ: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

$\Rightarrow$ Đó là nguyên tố khí hiếm vì có 8 electron lớp ngoài cùng.

$\Rightarrow$ Lớp K (n = 1) liên kết với hạt nhân chặt chẽ nhất vì ở gần hạt nhân nhất, lớp M (n = 3) liên kết với hạt nhân yếu nhất vì ở xa hạt nhân nhất.

d) Cấu hình electron đầy đủ: $1s^2 2s^2 2p^4$

$\Rightarrow$ Đó là nguyên tố phi kim vì có 4 electron lớp ngoài cùng.

$\Rightarrow$ Lớp K (n = 1) liên kết với hạt nhân chặt chẽ nhất vì ở gần hạt nhân nhất, lớp L (n = 2) liên kết với hạt nhân yếu nhất vì ở xa hạt nhân nhất.

e) Cấu hình electron đầy đủ: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2$

$\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^2$

⇒ Đó là nguyên tố kim loại vì có 2 electron lớp ngoài cùng.

⇒ Lớp K (n = 1) liên kết với hạt nhân chặt chẽ nhất vì ở gần hạt nhân nhất, lớp P (n = 6) liên kết với hạt nhân yếu nhất vì ở xa hạt nhân nhất.

f) Cấu hình electron đầy đủ: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^5$

⇒ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$

⇒ Đó là nguyên tố phi kim vì có 7 electron lớp ngoài cùng.

⇒ Lớp K (n = 1) liên kết với hạt nhân chặt chẽ nhất vì ở gần hạt nhân nhất, lớp O (n = 5) liên kết với hạt nhân yếu nhất vì ở xa hạt nhân nhất.

g) Cấu hình electron đầy đủ: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^2$

⇒ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^2 5s^2 5p^6 6s^2$

⇒ Đó là nguyên tố kim loại vì có 2 electron lớp ngoài cùng.

⇒ Lớp K (n = 1) liên kết với hạt nhân chặt chẽ nhất vì ở gần hạt nhân nhất, lớp P (n = 6) liên kết với hạt nhân yếu nhất vì ở xa hạt nhân nhất.

h) Cấu hình electron đầy đủ: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^2$

⇒ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^2 6s^2$

⇒ Đó là nguyên tố kim loại vì có 2 electron lớp ngoài cùng.

⇒ Lớp K (n = 1) liên kết với hạt nhân chặt chẽ nhất vì ở gần hạt nhân nhất, lớp P (n = 6) liên kết với hạt nhân yếu nhất vì ở xa hạt nhân nhất.

33. Đặc điểm của các electron lớp ngoài cùng:

Các electron lớp ngoài cùng quyết định tính chất hóa học của một nguyên tố.

- Đối với nguyên tử của các nguyên tố, số electron lớp ngoài cùng tối đa là 8. Các nguyên tử có 8 electron lớp ngoài cùng đều rất bền vững, chúng hầu như không tham gia vào các phản ứng hóa học. Đó là các nguyên tử khí hiếm (trừ He có số electron lớp ngoài cùng là 2).
- Các nguyên tử có 1, 2, 3 electron lớp ngoài cùng là các nguyên tử kim loại (trừ H, He và B).
- Các nguyên tử có 5, 6, 7 electron ở lớp ngoài cùng thường là các nguyên tử phi kim.
- Các nguyên tử có 4 electron ở lớp ngoài cùng có thể là nguyên tử kim loại hay phi kim.

34. Biết được sự phân bố electron trong nguyên tử của một nguyên tố tức là biết được cấu hình electron của nguyên tử nguyên tố đó thì biết được:

- Số electron lớp ngoài cùng từ đó biết được tính chất hóa học của nguyên tố đó.
- Cấu tạo nguyên tử nguyên tố đó (số electron và số proton).
- Vị trí của nguyên tố đó trong bảng tuần hoàn.

Ví dụ: Nguyên tố X có sự phân bố electron trong nguyên tử như sau: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. Từ đó biết được:

- X là một phi kim điển hình vì có 7 electron lớp ngoài cùng.
- Nguyên tử X có 17 electron và 17 proton.
- Vị trí của X trong bảng tuần hoàn: Ô thứ 17, chu kì 3 và nhóm VIIA.

35. a) Theo đề ra, ta có hệ:

$$\begin{cases} 2(2Z_M + N_M) + 3(2Z_X + N_X) = 152 & (1) \\ 4Z_M + 6Z_X - 2N_M - 3N_X = 48 & (2) \\ Z_M + N_M - Z_X - N_X = 11 & (3) \\ N_M - N_X = 6 & (4) \end{cases}$$

Lấy (1) + (2) ta được: $2Z_M + 3Z_X = 50$ (5)

Lấy (3) - (4) ta được: $Z_M - Z_X = 5$ (6)

Giải hệ (5) và (6) ta được: $\begin{cases} Z_M = 13 \\ Z_X = 8 \end{cases}$

$\Rightarrow$ M là kim loại Al; X là phi kim O $\Rightarrow$ M_2S_3 là Al_2O_3.

b) Cấu hình electron:

$Al(Z = 13)$: $1s^22s^22p^63s^23p^1 \Rightarrow Al^{3+}$: $1s^22s^22p^6$

$O (Z = 8)$: $1s^22s^22p^4 \Rightarrow O^{2-}$: $1s^22s^22p^6$

c) $n_{H_2S} = \dfrac{3,36}{22,4} = 0,15\,mol$

$Al_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow$

0,05 ← 0,15

$\Rightarrow m = 78.0,05 = 3,9$ gam

36. a)

Cấu hình electron lớp ngoài cùng	Cấu hình electron đầy đủ	Số hiệu nguyên tử Z	Nguyên tố X
$4s^1$	$1s^12s^22p^63s^23p^64s^1$	19	Kali (K)
	$1s^12s^22p^63s^23p^63d^54s^1$	24	Crom (Cr)
	$1s^12s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^1$	29	Đồng (Cu)

$\Rightarrow$ Cấu hình electron của các ion bền tạo ra từ X:

K^+: $1s^12s^22p^63s^23p^6$ hay [Ar]

Cr^{2+}: $1s^12s^22p^63s^23p^63d^4$ hay $[Ar]3d^4$

Cr^{3+}: $1s^12s^22p^63s^23p^63d^3$ hay $[Ar]3d^3$

Cu^+: $1s^12s^22p^63s^23p^63d^{10}$ hay $[Ar]3d^{10}$

Cu^{2+}: $1s^12s^22p^63s^23p^63d^9$ hay $[Ar]3d^9$

Do tổng số electron trên các phân lớp p của nguyên tử Y là 10 nên cấu hình electron đầy đủ của Y là $1s^12s^22p^63s^23p^4 \Rightarrow Z_Y = 16$ (S)

$\Rightarrow$ Cấu hình electron của ion bền tạo ra từ Y là S^{2-}: $1s^12s^22p^63s^23p^6$.

b) Nếu X là K: $2K + S \xrightarrow{t^0} K_2S$

$\quad 0,15 \quad \rightarrow 0,075$

$\Rightarrow m_{K_2S} = 110.0,075 = 8,25$ gam

Nếu X là Cr: $2Cr + 3S \xrightarrow{t^0} Cr_2S_3$

$\quad 0,12 \leftarrow 0,18 \rightarrow 0,06$

$\Rightarrow m_{Cr_2S_3} = 200.0,06 = 12$ gam

Nếu X là Cu: $Cu + S \xrightarrow{t^0} CuS$

$\quad 0,15 \rightarrow 0,15 \rightarrow 0,15$

$\Rightarrow m_{Cu} = 0,15.96 = 14,4$ gam

37. a) $n = 2 \Rightarrow$ Nguyên tử có 2 lớp electron

$l = 1$; $m = 1$; $m_S = 1/2 \Rightarrow$ Electron cuối cùng thuộc phân lớp 2p và mũi tên đi lên.

$$\begin{array}{c|c|c|c|} \cline{2-4} & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \cline{2-4} \text{m:} & -1 & 0 & +1 \end{array} \Rightarrow 2p^3$$

$\Rightarrow$ Cấu hình electron đầy đủ: $1s^22s^22p^3 \Rightarrow Z = 7$ (N)

b) $n = 3 \Rightarrow$ Nguyên tử có 3 lớp electron

$l = 0$; $m = 0$; $m_S = -1/2 \Rightarrow$ Electron cuối cùng thuộc phân lớp 3s và mũi tên đi xuống.

$$\begin{array}{c|c|} \cline{2-2} & \uparrow\downarrow \\ \cline{2-2} \text{m:} & 0 \end{array} \Rightarrow 3s^2$$

$\Rightarrow$ Cấu hình electron đầy đủ: $1s^22s^22p^63s^2 \Rightarrow Z = 12$ (Mg)

c) $n = 4 \Rightarrow$ Nguyên tử có 4 lớp electron

$l = 1$; $m = 1$; $m_S = -1/2 \Rightarrow$ Electron cuối cùng thuộc phân lớp 4p và mũi tên đi xuống.

$$\begin{array}{c|c|c|c|} \cline{2-4} & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow \\ \cline{2-4} \text{m:} & -1 & 0 & +1 \end{array} \Rightarrow 4p^6$$

$\Rightarrow$ Cấu hình electron đầy đủ: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^6 \Rightarrow Z = 36$ (Kr)

d) $n = 3 \Rightarrow$ Nguyên tử có 3 lớp electron

$l = 2$; $m = 1$; $m_S = -1/2 \Rightarrow$ Electron cuối cùng thuộc phân lớp 3d và mũi tên đi xuống

$$\begin{array}{c|c|c|c|c|c|} \cline{2-6} & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \cline{2-6} \text{m:} & -2 & -1 & 0 & +1 & +2 \end{array} \Rightarrow 3d^9$$

$\Rightarrow$ Mức năng lượng: $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^9$

Cấu hình electron đầy đủ: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^1 \Rightarrow Z = 29$ (Cu).

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Chọn C

$$\overline{A}_{Br} = \frac{79.50,69 + 81.49,31}{100} = 79,986$$

2. Chọn D

$$\overline{A}_{Cu} = \frac{63.73 + 65.27}{100} = 63,54$$

Cứ 1 mol Cu_2O có chứa 2 mol Cu ứng với 1,46 mol ^{63}Cu

$\Rightarrow$ Phần trăm khối lượng của ^{63}Cu trong Cu_2O là: $\dfrac{63.1,46.100\%}{2.63,54 + 16} = 64,29\%$

3. Chọn A

Phần trăm số nguyên tử đồng vị ^{37}Cl 24,23%

$\Rightarrow$ Số nguyên tử đồng vị ^{35}Cl là 100 - 24,23 = 75,77%

$\Rightarrow$ Nguyên tử khối trung bình của clo là: $\overline{A}_{Cl} = \dfrac{35.75,77 + 37.24,23}{100} = 35,5$

$\Rightarrow$ Phần trăm khối lượng $^{37}_{17}Cl$ trong $HClO_4$ là: $\dfrac{37.0,2423.100\%}{35,5 + 1 + 4.16} = 8,92\%$

4. Chọn B

Theo đề ra, ta có hệ: $\begin{cases} 4Z_M + 2N_M + 2Z_X + N_X = 116 \\ 4Z_M + 2Z_X - 2N_M - N_X = 36 \\ Z_X + N_X - Z_M - N_M = 9 \\ 2Z_X + N_X + 2 - (2Z_M + N_M - 1) = 17 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_M = 11 \\ N_M = 12 \\ Z_X = 16 \\ N_X = 16 \end{cases}$

$\Rightarrow A_M = 11 + 12 = 23$; $A_X = 16 + 16 = 32$

5. Chọn B

Theo đề ra, ta có hệ: $\begin{cases} 2Z_Y + N_Y = 36 \\ Z_Y = N_Y \end{cases} \Rightarrow Z_Y = N_Y = 12 \Rightarrow A_Y = 12 + 12 = 24$

6. Chọn C

Theo đề ra, ta có:

$Z_1 = Z_2 = Z = \Sigma p = 35$ (Br)

$N_1 = 44$

$N_2 - N_1 = A_2 - A_1 = 2$

$\Rightarrow N_2 = N_1 + 2 = 46$

$\Rightarrow A_1 = 35 + 44 = 79$; $A_2 = 79 + 2 = 81$

Gọi x là phần trăm số nguyên tử đồng vị $^{79}_{35}Br$

$\Rightarrow$ Phần trăm số nguyên tử đồng vị thứ hai là $\dfrac{23x}{27}$

$\Rightarrow x + \dfrac{23x}{27} = 100 \Rightarrow x = 54\%$

$\Rightarrow$ Nguyên tử khối trung bình của Br là: $\dfrac{79.54 + 81.46}{100} = 79{,}92$

7. Chọn D

Theo đề ra: $2Z_X + N_X = 13 \Rightarrow N_X = 13 - 2Z_X$

Mặt khác: $1 \le \dfrac{N_X}{Z_X} \le 1{,}5 \Rightarrow Z_X \le N_X = 13 - 2Z_X \le 1{,}5Z_X$

$\Rightarrow \dfrac{13}{3.5} \le Z_X \le \dfrac{13}{3} \Rightarrow 3{,}71 \le Z_X \le 4{,}33 \Rightarrow Z_X = 4$ (Be)

$\Rightarrow N_X = 13 - 2.4 = 5 \Rightarrow A_X = 4 + 5 = 9$

8. Chọn C

Gọi x là phần trăm số nguyên tử ${}^{11}_{5}B \Rightarrow$ Phần trăm số nguyên tử ${}^{10}_{5}B$ là

$$\frac{10(100-x) + 11x}{100} = 10{,}812 \Rightarrow x = 81{,}2\%$$

$\Rightarrow$ Phần trăm số nguyên tử ${}^{10}_{5}B$ là $100\% - 81{,}2\% = 18{,}8\%$

$$\Rightarrow \frac{\text{Số nguyên tử } {}^{11}_{5}B}{\text{Số nguyên tử } {}^{10}_{5}B} = \frac{81{,}2}{18{,}8}$$

$\Rightarrow$ Số nguyên tử ${}^{11}_{5}B$ là $= \dfrac{81{,}2.94}{18{,}8} = 406$

9. Chọn B

Bao gồm các phát biểu (3) và (4).

12. Chọn B

Theo đề ra, ta có hệ: $\begin{cases} 2Z_A + N_A + 2Z_B + N_B = 142 \\ 2Z_A + 2Z_B - N_A - N_B = 42 \\ 2Z_B - 2Z_A = 12 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_A = 20 \\ Z_B = 26 \end{cases}$

13. Chọn C

Theo đề ra, ta có hệ: $\begin{cases} 2Z_M + N_M + 3(2Z_X + N_X) = 196 \\ 2Z_M + 6Z_X - N_M - 3N_Y = 60 \\ Z_X + N_X - Z_M - N_M = 8 \\ 2Z_X + N_X + 1 - (2Z_M + N_M - 3) = 16 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_M = 13 \\ N_M = 14 \\ Z_X = 17 \\ N_X = 18 \end{cases}$

$\Rightarrow$ M là Al và X là Cl.

15. Chọn A

Theo đề ra, ta có hệ: $\begin{cases} 4Z_B - 2Z_A = 44 \\ Z_A + 2Z_B = 46 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_A = 12 \\ Z_B = 17 \end{cases}$

$\Rightarrow$ A là Mg và B là Cl $\Rightarrow$ Công thức phân tử của X là $MgCl_2$.

16. Chọn D

Theo đề ra, ta có hệ: $\begin{cases} 2Z_X + N_X - 2 = 90 \\ 2Z_X - 2 - N_X = 22 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_X = 29 (Cu) \\ N_X = 34 \end{cases} \Rightarrow A_X = N_X + Z_X = 63$

$\Rightarrow$ Kí hiệu nguyên tử X là $^{63}_{29}Cu$

22. Chọn C

X (Z = 24): $[Ar]3d^5 4s^1 \Rightarrow X^{3+}$: $[Ar]3d^3$

Y (Z = 26): $[Ar]3d^6 4s^2 \Rightarrow Y^{2+}$: $[Ar]3d^6$

23. Chọn C

Cr (Z =24): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1 \Rightarrow$ Có 6 electron độc thân

Fe (Z = 26): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2 \Rightarrow$ Có 4 electron độc thân

P (Z = 15): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 \Rightarrow$ Có 3 electron độc thân

Al (Z = 13): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1 \Rightarrow$ Có 1 electron độc thân

24. Chọn D

X^{3+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 \Rightarrow Z_X = 21 + 3 = 24$ (Cr)

$\Rightarrow$ Công thức oxit cao nhất là CrO_3

25. Chọn C

Do hiện tượng "bán bão hoà" và "bão hoà gấp" nên Cr (Z = 24) và Cu (Z = 29) không thoả mãn điều kiện.

26. Chọn C

Cu (Z = 29): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1 \Rightarrow Cu^{2+}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$

Cr (Z = 24): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1 \Rightarrow Cr^{3+}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$

27. Chọn A

X^{n+}: $1s^2 2s^2 2p^6$

$\Rightarrow$ Cấu hình electron của X:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ hoặc $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ hoặc $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

28. Chọn C

X (Z = 11): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \Rightarrow$ Nguyên tử có 1 electron độc thân.

Y (Z = 13): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1 \Rightarrow$ Nguyên tử có 1 electron độc thân.

G (Z = 15): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 \Rightarrow$ Nguyên tử có 3 electron độc thân.

E (Z = 17): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 \Rightarrow$ Nguyên tử có 1 electron độc thân.

F (Z = 24): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1 \Rightarrow$ Nguyên tử có 6 electron độc thân.

$\Rightarrow$ X, Y, E đều có 1 electron độc thân trong nguyên tử.

29. Chọn A.

Cấu hình electron đầy đủ của M^{3+}:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$

$\Rightarrow Z_M = 24 + 3 = 27$ (Co)

$\Rightarrow$ Cấu hình electron của Co là:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ hay $[Ar]3d^7 4s^2$

Cấu hình electron đầy đủ của X^-:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$

$\Rightarrow Z_X = 36 - 1 = 35$ (Br)

$\Rightarrow$ Cấu hình electron của Br là:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ hay $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^5$

30. Chọn B

Cách 1:

Các nguyên tử và ion muốn cùng cấu hình electron thì phải có cùng số electron. Nhìn vào các đáp án thì chỉ có đáp án B là thỏa mãn.

Cách 2:

X (Z = 11): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \Rightarrow X^+$: $1s^2 2s^2 2p^6$

Y (Z = 12): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 \Rightarrow Y^{2+}$: $1s^2 2s^2 2p^6$

L (Z = 17): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 \Rightarrow L^-$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

E (Z = 16): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 \Rightarrow E^{2-}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

G (Z = 8): $1s^2 2s^2 2p^4 \Rightarrow G^{2-}$: $1s^2 2s^2 2p^6$

Q (Z = 9): $1s^2 2s^2 2p^5 \Rightarrow Q^-$: $1s^2 2s^2 2p^6$

T (Z = 18): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

M (Z = 19): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \Rightarrow M^+$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

$\Rightarrow X^+, Y^{2+}, G^{2-}, H^-$ hoặc L^-, E^{2-}, T, M^+ có cùng cấu hình electron.

31. Chọn B

Cấu hình electron đầy đủ của X là:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 p^5 \Rightarrow Z_X = \Sigma e = 17$

O CHƯƠNG II

BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HÓA HỌC VÀ ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN

A. LÍ THUYẾT CƠ BẢN VÀ NÂNG CAO

I. NGUYÊN TẮC SẮP XẾP CÁC NGUYÊN TỐ TRONG BẢNG TUẦN HOÀN

Các nguyên tố hoá học được xếp vào một bảng, gọi là bảng tuần hoàn, dựa trên các nguyên tắc sau:

- Các nguyên tố được xếp theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân nguyên tử.
- Các nguyên tố có cùng số lớp electron trong nguyên tử được xếp thành một hàng.
- Các nguyên tố có cùng số electron hoá trị trong nguyên tử được xếp thành một cột.

II. CẤU TẠO BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HÓA HỌC

1. Ô nguyên tố

Mỗi nguyên tố hoá học được xếp vào một ô của bảng, gọi là ô nguyên tố.

Số thứ tự nguyên tố = $Z = \Sigma p = \Sigma e$

2. Chu kì

Chu kì là dãy các nguyên tố mà nguyên tử của chúng có cùng số lớp electron, được sắp xếp theo chiều điện tích hạt nhân tăng dần.

Số thứ tự của chu kì = Số lớp electron

Bảng tuần hoàn có 7 chu kì.

- Chu kì nhỏ: Có 3 chu kì.
  Chu kì 1: 2 nguyên tố $_{1}H \Rightarrow {}_{2}He$1 lớp electron (n = 1)
  Chu kì 2: 8 nguyên tố $_{3}Li \Rightarrow {}_{10}Ne$2 lớp electron (n = 2)
  Chu kì 3: 8 nguyên tố $_{11}Na \Rightarrow {}_{18}Ar$ 3 lớp electron (n = 3)
- Chu kì lớn: Có 4 chu kì.
  Chu kì 4: 18 nguyên tố $_{19}K \Rightarrow {}_{36}Kr$ 4 lớp electron (n = 4)
  Chu kì 5: 32 nguyên tố $_{37}Rb \Rightarrow {}_{54}Xe$ 5 lớp electron (n = 5)
  Chu kì 6: 32 nguyên tố $_{55}Cs \Rightarrow {}_{86}Rn$ 6 lớp electron (n = 6)
  Chu kì 7 mới có 23 nguyên tố $_{87}Fr \Rightarrow$ nguyên tố thứ 110:
  7 lớp electron (n = 7)

- Ở chu kì 5, 14 nguyên tố sau La (có Z từ 58 → 71) được đưa ra khỏi bảng, lập thành họ Lantan. Ở chu kì 6, 14 nguyên tố sau Ac (có Z từ 90 → 103) được đưa ra khỏi bảng, lập thành họ Actini.

3. Nhóm nguyên tố

Nhóm nguyên tố là tập hợp các nguyên tố mà nguyên tử có cấu hình electron tương tự nhau, do đó có tính chất hoá học gần giống nhau và được sắp xếp thành một cột.

Nguyên tử các nguyên tố trong cùng một nhóm có *số electron hoá trị bằng nhau* và bằng *số thứ tự* của nhóm (trừ một số trường hợp ngoại lệ).

Bảng tuần hoàn có 18 cột được chia thành 8 nhóm A đánh số từ IA đến VIIIA và 8 nhóm B đánh số từ IB đến VIIIB. Mỗi nhóm là một cột, riêng nhóm VIIIB gồm 3 cột.

- **Nhóm A (Nhóm chính).** Gồm các nguyên tố s và p

Khối các nguyên tố s gồm các nguyên tố nhóm IA và nhóm IIA.

Nguyên tố s là những nguyên tố mà nguyên tử có electron cuối cùng được điền vào phân lớp s.

Thí dụ: Na (Z = 11): $1s^22s^22p^63s^1$; Mg (Z = 12): $1s^22s^22p^63s^2$

Khối các nguyên tố p gồm các nguyên tố thuộc các nhóm từ IIIA đến VIIIA (trừ He).

Nguyên tố p là những nguyên tố mà nguyên tử có electron cuối cùng được điền vào phân lớp p.

Thí dụ: Al (Z = 13): $1s^22s^22p^63s^23p^1$; P (Z = 15): $1s^22s^22p^63s^23p^3$;
S (Z = 16): $1s^22s^22p^63s^23p^4$

Nguyên tử của các nguyên tố thuộc nhóm A có cấu electron ngoài cùng là ns^xnp^y

Số thứ tự (STT) của nhóm A = x + y

Thí dụ: K (Z = 19): $1s^22s^22p^53s^23p^64s^1 \Rightarrow$ K thuộc nhóm IA
Cl (Z = 17): $1s^22s^22p^53s^23p^5 \Rightarrow$ Cl thuộc nhóm VIIA

- **Nhóm B (Nhóm phụ).** Gồm các nguyên tố d và f

Nguyên tố d là các nguyên tố mà nguyên tử có electron cuối cùng được điền vào phân lớp d.

Nguyên tử các nguyên tố d có cấu hình electron hoá trị: $(n - 1)d^xns^y$. Số thứ tự nhóm được xác định như sau:

+ Nếu $3 \le x + y \le 7 \Rightarrow$ STT nhóm = x + y

+ Nếu x + y = 8, 9, 10 $\Rightarrow$ STT nhóm = 8

+ Nếu x + y > 10 $\Rightarrow$ STT nhóm = (x + y) - 10

Thí dụ:

Cr (Z = 24) $1s^22s^22p^63s^23p^63d^54s^1 \Rightarrow$ Cr thuộc nhóm VIB vì 5 + 1 = 6.

Ni (Z = 28) $1s^22s^22p^63s^23p^63d^84s^2 \Rightarrow$ Ni thuộc nhóm VIIIB

Zn (Z = 30) $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^2 \Rightarrow$ Zn thuộc nhóm IIB vì (10 + 2) - 10 = 2.

Khối các nguyên tố f gồm các nguyên tố xếp thành hai hàng ở cuối bảng. Chúng gồm 14 nguyên tố họ Lantan (từ Ce (Z = 58) đến Lu (Z = 71)) và 14 nguyên tố họ Actini (từ Th (Z = 90) đến Lr (Z = 103)).

Nguyên tố f là các nguyên tố mà nguyên tử có electron cuối cùng được điền vào phân lớp f.

Chú ý: Với nguyên tử có cấu hình phân lớp ngoài cùng (n - 1)$d^a ns^b$ thì b luôn luôn bằng 2, a chọn các giá trị từ 1 ⇒ 10. Trừ hai trường hợp sau:

- a + b = 6 thay vì a = 4 và b = 2 phải viết a = 5 và b = 1 (hiện tượng "bán bão hòa gấp phân lớp d")
- a + b = 11 thay vì a = 9 và b = 2 phải viết a = 10 và b = 1 (hiện tượng "bão hòa gấp phân lớp d").

- Hai nguyên tố A và B thuộc cùng một nhóm và ở hai chu kì liên tiếp (trừ H và Li) thì luôn cách nhau 8 ô và 18 ô. Thông thường bài toán cho thêm tổng số hạt proton (hoặc điện tích hạt nhân) của A là B (chẳng hạn m). Khi đó để tìm Z_A và Z_B ($Z_A < Z_B$) ta chỉ việc giải hai hệ phương trình sau, lựa chọn nghiệm phù hợp.

$$\begin{cases} Z_A + Z_B = m \\ Z_B - Z_A = 8 \end{cases} \text{hoặc} \begin{cases} Z_A + Z_B = m \\ Z_B - Z_A = 18 \end{cases}$$

- Nếu đề cho A và B thuộc hai nhóm liên tiếp thì ta xét hai khả năng.

+) *Trường hợp 1:* A, B thuộc cùng một chu kì tức là khi đó ta có hệ:

$$\begin{cases} + Z_B = m \\ Z_B - Z_A = 1 \end{cases}$$

+) *Trường hợp 2:* A, B không thuộc cùng chu kì. Khi đó chúng cách nhau 7 ô; 9 ô; 17 ô hoặc 19 ô. Như vậy ta cần tìm nghiệm phù hợp của 4 hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} Z_A + Z_B = m \\ Z_B - Z_A = 7 \end{cases} \text{(I)}; \qquad \begin{cases} Z_A + Z_B = m \\ Z_B - Z_A = 9 \end{cases} \text{(II)};$$

$$\begin{cases} Z_A + Z_B = m \\ Z_B - Z_A = 17 \end{cases} \text{(III)}; \qquad \begin{cases} Z_A + Z_B = m \\ Z_B - Z_A = 19 \end{cases} \text{(IV)}$$

Nếu chứng minh được A, B thuộc chu kì nhỏ thì ta chỉ việc giải hệ (I) và (II).

- Nếu đề cho A hoặc B thuộc nhóm nào đó rồi thì căn cứ vào phương trình $Z_A + Z_B = m$ ta tìm những giá trị phù hợp của Z_A hoặc Z_B rồi suy ra giá trị Z còn lại.

III. SỰ BIẾN ĐỔI TUẦN HOÀN CẤU HÌNH ELECTRON NGUYÊN TỬ VÀ MỘT SỐ ĐẠI LƯỢNG VẬT LÍ CỦA CÁC NGUYÊN TỐ HÓA HỌC

1. Cấu hình electron

Sự biến đổi tuần hoàn cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử các nguyên tố khi điện tích hạt nhân tăng dần chính là nguyên nhân của sự biến đổi tuần hoàn tính chất của các nguyên tố.

2. Bán kính nguyên tử

Trong một chu kì, tuy nguyên tử các nguyên tố có cùng số lớp electron, nhưng khi điện tích hạt nhân tăng, lực hút giữa hạt nhân với các electron lớp ngoài cùng cũng tăng theo, do đó bán kính nguyên tử nói chung giảm dần.

Thí dụ:

Chu kì 2	Li	Be	B	C	N	O	F
Bán kính nguyên tử (r_{nt}) (Å)	0,123	0,089	0,080	0,077	0,070	0,066	0,064

Trong một nhóm A, theo chiều từ trên xuống dưới, số lớp electron tăng dần, bán kính nguyên tử của các nguyên tố tăng theo, mặc dù điện tích hạt nhân tăng nhanh.

Thí dụ:

Nhóm VIIA	F	Cl	Br	I
Bán kính nguyên tử (r_{nt}) (Å)	0,004	0,099	0,114	0,133

Vậy: Bán kính nguyên tử của các nguyên tố nhóm A biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân.

3. Năng lượng ion hoá

Năng lượng ion hoá thứ nhất (I_1) của nguyên tử là năng lượng tối thiểu cần để tách electron thứ nhất ra khỏi nguyên tử ở trạng thái cơ bản.

Năng lượng ion hoá được tính bằng kJ/mol hoặc electron - von (viết tắt là eV).

$1eV = 1,602.10^{-19}$ J

Thí dụ: $H \rightarrow H^+ + 1e$ $I_1 = 1312$ kJ/mol

$Ca \rightarrow Ca^+ + 1e$ $I_1 = 590$ kJ/mol

Trong một chu kì, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, lực liên kết giữa hạt nhân và electron lớp ngoài cùng tăng, làm cho năng lượng ion hoá nói chung cũng tăng theo.

Thí dụ:

Chu kì 2	Li	Be	B	C	N	O	F
Năng lượng ion hóa I_1 (KJ/mol)	520	889	801	1086	1402	1314	1681

Trong cùng một nhóm A, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, khoảng cách giữa electron lớp ngoài cùng đến hạt nhân tăng, lực liên kết giữa hạt nhân và electron lớp ngoài cùng giảm, làm cho năng lượng ion hoá nói chung giảm.

Thí dụ:

Nhóm IA	H	Li	Na	K	Rb	Cs
Năng lượng ion hóa I_1 (KJ/mol)	1312	520	497	419	403	376

***Vậy**: Năng lượng ion hoá thứ nhất của nguyên tử các nguyên tố nhóm A biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân.*

- Năng lượng ion hoá thứ 2, thứ 3 được kí hiệu I_2, I_3 là năng lượng cần thiết để tách electron thứ 2, 3 ra khỏi các ion tương ứng. Giá trị của chúng lớn hơn năng lượng ion hoá thứ nhất và không theo quy luật như năng lượng ion hoá thứ nhất.

Thí dụ: Biết năng lượng ion hoá thứ nhất (I_1) của K (Z = 19) nhỏ hơn so với Ca (Z = 20) ; Ngược lại năng lượng ion hoá thứ hai (I_2) của K lại lớn hơn Ca. Hãy giải thích tại sao có sự ngược nhau đó.

Giải

K (Z = 19): $1s^22s^22p^63s^23p^64s^1 \Rightarrow K^+: 1s^22s^22p^63s^23p^6$

Ca (Z = 20): $1s^22s^22p^63s^23p^64s^2 \Rightarrow Ca^+: 1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$

Việc tách một electron ra khỏi phân lớp chưa bão hoà $4s^1$ trong nguyên tử K dễ hơn việc tách một electron ra khỏi phân lớp bão hoà $4s^2$ trong nguyên tử Ca nên I_1 (K) < I_1 (Ca).

Tuy vậy, khi mất một electron thì K^+ có cấu hình electron bền vững của khí trơ Ar nên việc bứt tiếp một electron từ cấu hình bền vững của K^+ phải tiêu tốn năng lượng hơn nhiều so với việc bứt tiếp một electron từ cấu hình kém bền của Ca^+.

Vì vậy: I_2 (K) > I_2 (Ca)

Tuy nhiên, ở đây có 1 số ngoại lệ khi đi từ nhóm IIA đến nhóm IIIA, cũng như từ VA đến VIA lại có sự giảm năng lượng ion hoá.

Thí dụ: I_1 (B) = 801 (kJ/mol) < I_1 (Be) = 899 (kJ/mol) nhưng $Z_B = 5 > Z_{Be} = 4$

Điều này được giải thích là do việc tách một electron từ phân lớp $2p^1$ chưa bão hoà trong nguyên tử B dễ hơn việc tách 1 electron từ phân lớp $2s^2$ đã bão hoà trong nguyên tử Be.

Năng lượng ion hoá của nguyên tử phụ thuộc vào những yếu tố:

Điện tích hạt nhân hiệu dụng Z^*: $Z^* = Z - \sum b_i$

Số lượng tử chính n

Mức độ xâm nhập của electron bên ngoài các AO bên trong.

Biểu thức tính:

$$I = E_\infty - E_e = -E_e = 13{,}6\frac{Z^{*2}}{n^{*2}} \text{ (eV)}$$

E_e: Năng lượng của electron bị tách ra khỏi nguyên tử khi bị ion hoá

E_∞: Năng lượng của electron ở xa vô cùng đối với nguyên tử $E_\infty = 0$

Thí dụ: Trong nguyên tử hoặc ion dương tương ứng có từ 2 electron trở lên, electron chuyển động trong trường lực được tạo ra từ hạt nhân nguyên tử và các electron khác. Do đó mỗi trạng thái của một cấu hình electron có một trị số năng lượng. Với nguyên tố B (số đơn vị điện tích hạt nhân Z = 5) ở trạng thái cơ bản có số liệu như sau:

Cấu hình electron	Năng lượng (theo eV)	Cấu hình electron	Năng lượng (theo eV)
$1s^1$	-340,000	$1s^2 2s^2$	- 660,025
$1s^2$	- 600,848	$1s^2 2s^2 2p^1$	- 669,800
$1s^2 2s^1$	- 637,874		

Trong đó: eV là đơn vị năng lượng; dấu - biểu thị năng lượng tính được khi electron còn chịu lực hút hạt nhân.

a) Hãy trình bày chi tiết và kết quả tính các trị số năng lượng ion hoá có thể có của nguyên tố B theo eV khi dùng dữ kiện cho trong bảng trên.

b) Hãy nêu nội dung và giải thích qui luật liên hệ giữa các năng lượng ion hoá đó.

Giải

a) Tính các trị năng lượng ion hoá có thể có của **B**

Từ cấu hình electron đã cho, ta xác định được các vi hạt tương ứng cùng với trị năng lượng như sau:

Cấu hình electron	Vi hạt	Năng lượng (theo eV)	Cấu hình electron	Vi hạt	Năng lượng (theo eV)
$1s^1$	B^{4+}	- 340,000	$1s^2 2s^2$	B^+	- 660,025
$1s^2$	B^{3+}	- 600,848	$1s^2 2s^2 2p^1$	B	- 669,800
$1s^2 2s^1$	B^{2+}	- 637,874			

Với sự ion hoá: $M^{(k-1)+} \rightarrow M^{k+} + e\ I_k$ (1)

Ta có liên hệ: $I_k = -E_e = -[E_{M^{(k-1)+}} - E_{M^{k+}}]$ (2)

Trong đó: k chỉ số electron đã bị mất (do sự ion hoá) của vi hạt được xét, có trị số từ 1 đến n; do đó k+ chỉ số đơn vị điện tích dương của ion M^{k+} ; I_k là năng lượng ion hoá thứ k của nguyên tố M được biểu thị theo (1).

Xét cụ thể với nguyên tố B: Vì Z = 5 nên nguyên tử có 5 electron ; Vậy k = 1 đến 5. Áp dụng phương trình (1) và (2), dùng số dữ kiện bảng trên cho B, ta có:

- $B^o \rightarrow B^+ + 1e$; I_1

  $I_1 = -(E_B - E_{B^+}) = -(-669,800 + 660,025) = 9,775$ eV

- $B^+ \rightarrow B^{2+} + 2e$; I_2

  $I_2 = -(E_{B^+} - E_{B^{2+}}) = -(-660,025 + 637,874) = 22,151$ eV

- $B^{2+} \rightarrow B^{3+} + e$; I_3

  $I_3 = -(E_{B^{2+}} - E_{B^{3+}}) = -(-637{,}874 + 600{,}848) = 37{,}026$ eV

- $B^{3+} \rightarrow B^{4+} + 1e$; I_4

  $I_4 = -(E_{B^{3+}} - E_{B^{4+}}) = -(-600{,}848 + 340{,}000) = 260{,}848$ eV

- $B^{4+} \rightarrow B^{5+} + e$; I_5

  $I_5 = -(E_{B^{4+}} - E_{B^{5+}}) = -(-340{,}000 + 0{,}000) = 340{,}000$ eV

b) Từ kết quả trên, ta thấy có qui luật liên hệ các trị năng lượng ion hoá của B như sau:

$I_1 < I_2 < I_3 < I_4 < I_5$ (3)

Giải thích: Khi vi hạt $M^{(k-1)+}$ mất thêm 1 electron tạo thành M^{k+} có số đơn vị điện tích k + lớn hơn (k – 1) + nên lực hút tác dụng lên electron tiếp theo trong vi hạt M^{k+} mạnh hơn so với trong $M^{(k-1)+}$. Do đó phải tốn năng lượng lớn hơn để tách 1 electron tiếp theo khỏi M^{k+}; nghĩa là $I_{(k-1)} < I_k$ như đã được chỉ ra trong (3) trên đây.

4. Ái lực electron

Là năng lượng toả ra hay hấp thụ khi một nguyên tử trung hoà ở trạng thái khí nhận một electron để trở thành một ion mang điện 1- cũng nằm ở trạng thái đó. Như vậy, ái lực electron là hiệu ứng năng lượng của quá trình:

A (khí) + e → A^- (khí)

Kí hiệu ái lực electron là E.

Ái lực electron của một mol nguyên tử được tính bằng kJ/mol hoặc eV.

Người ta quy ước đặt dấu (-) cho ái lực electron khi có sự toả năng lượng và dấu (+) khi có sự hấp thụ năng lượng từ bên ngoài.

Phần lớn các nguyên tố hoá học có ái lực electron âm, nhưng các nguyên tố nhóm IIA, IIB và các khí trơ có ái lực electron dương.

Ví dụ: Ái lực electron E của một số nguyên tố (A (khí) + e → A^- (khí)) như sau:

Nguyên tố	E (eV)
H	-0,747
F	-3,450
Cl	-3,610
Br	-3,360
I	-3,060
O	-1,470
S	-2,070

Nguyên tố	E (eV)
P	-0,700
C	-1,250
Si	-1,630
B	-0,200
Be	+ 0,600
Mg	+ 0,300
N	+ 0,100

Quy luật biến thiên ái lực electron theo chiều tăng của điện tích hạt nhân nguyên tử các nguyên tố hoá học không thật rõ rệt và nhất quán như các quy luật tìm thấy đối với độ âm điện và năng lượng ion hoá.

Tuy nhiên, cũng có thể rút ra một số nhận xét sau đây:

- Nhìn chung các phi kim có ái lực electron mang dấu âm với giá trị tuyệt đối lớn hơn kim loại. Các halogen có ái lực electron âm với giá trị tuyệt đối lớn hơn ở các nguyên tố khác của bảng tuần hoàn, vì nhóm nguyên tố này dễ thu thêm electron. Khí hiếm có lớp electron ngoài cùng bão hoà (hoặc giả bão hoà), chúng khó thu thêm electron nên có ái lực electron dương.

- Trong phần lớn trường hợp, trong một nhóm A, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân ái lực electron âm có giá trị tuyệt đối giảm dần.

- Trong một chu kì, nhìn chung giá trị tuyệt đối của ái lực electron âm tăng dần theo tăng của điện tích hạt nhân. Nhưng các khí hiếm lại có ái lực electron dương.

5. Độ âm điện

Độ âm điện của một nguyên tử đặc trưng cho khả năng hút electron của các nguyên tử đó khi tạo thành liên kết hoá học.

Trong một chu kì, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, độ âm điện của nguyên tử các nguyên tố tăng dần.

Trong cùng một nhóm A, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, độ âm điện của nguyên tử các nguyên tố thường giảm dần.

Nhóm / Chu kì	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
1	H 2,20						
2	Li 0,98	Be 1,57	B 2,04	C 2,55	N 3,04	O 3,44	F 3,98
3	Na 0,93	Mg 1,31	Al 1,61	Si 1,90	P 2,19	S 2,58	Cl 3,16
4	K 0,82	Ca 1,00	Ga 1,81	Ge 2,01	As 2,18	Se 2,55	Br 2,96
5	Rb 0,82	Sr 0,95	In 1,78	Sn 1,96	Sb 2,05	Te 2,10	I 2.66
6	Cs 0,79	Ba 0,89	Tl 1,62	Pb 2,33	Bi 2,02	Po 2,00	At 2,20

Vậy: Độ âm điện của nguyên tử các nguyên tố nhóm A biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân.

a) Hệ thống độ âm điện của Muliken

$$\chi = \frac{I + E}{2}$$

Quy ước lấy độ âm điện của Li đơn vị

χ_{Li} = 128 Kcal/mol = 523 KJ/mol

Với quy ước này độ âm điện của các nguyên tố khác được tính bằng hệ thức sau:

$$\chi = \frac{I + E}{128 \text{Kcal/mol}} = \frac{I + E}{523 \text{KJ/mol}}$$

b) Hệ thống độ âm điện của Pau-linh

Dựa trên cơ sở của năng lượng phân li liên kết:

$$\Delta = E_{D(A-B)} - \sqrt{E_{D(A-A)}.E_{D(B-B)}}$$

$$\chi_A - \chi_B = k\sqrt{\Delta} = 0{,}208\sqrt{\Delta(\text{Kcal/mol})} = 0{,}102\sqrt{\Delta(\text{KJ/mol})}$$

Trong đó: χ_A, χ_B: Độ âm điện của nguyên tố A, B

$E_{D(A-B)}$: Năng lượng phân li của A-B

$E_{D(A-A)}$, $E_{D(B-B)}$: Năng lượng phân ly của A-A, B-B

k: Hệ số tỉ lệ

Nếu đơn vị tính là Kcal.mol^{-1} thì k = 0,208

Nếu đơn vị tính là KJ/mol thì k = 0,102

Thí dụ: Tính độ âm điện cho nguyên tử của các nguyên tố halogen: F ; Cl ; Br; I. Biết:

Hợp chất	H_2	F_2	Cl_2	Br_2	I_2	HF	HCl	HBr	HI
E_D (Kcal/mol)	104,2	37,5	58	46,1	36,1	135	103,1	87,4	71,1

Cho $\chi_H = 2{,}20$

Giải

Áp dụng công thức: $\chi_A - \chi_B = 0{,}208\sqrt{\Delta(\text{Kcal/mol})}$

$$\Delta_{AB} = E_{D(A-B)} - \sqrt{E_{D(A-A)}.E_{D(B-B)}}$$

Thay các giá trị bằng số vào các công thức trên ta thu được kết quả ở bảng dưới đây:

Nguyên tố	F	Cl	Br	I
Δ_{AB}	62,51	77,74	12,3	1,24
$0{,}208\sqrt{\Delta_{AB}}$	1,77	1,83	0,73	0,23
χ_A	3,99	3,52	2,93	2,43

IV. SỰ BIẾN ĐỔI TUẦN HOÀN TÍNH KIM LOẠI, TÍNH PHI KIM CỦA CÁC NGUYÊN TỐ HÓA HỌC, ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN

Khi điện tích hạt nhân tăng dần, số electron ở lớp vỏ ngoài cùng biến đổi một cách tuần hoàn. Đó là nguyên nhân làm cho tính chất của các nguyên tố biến đổi tuần hoàn.

1. Sự biến đổi tuần hoàn tính kim loại, tính phi kim

- *Tính kim loại là tính chất của một nguyên tố mà nguyên tử của nó dễ nhường electron để trở thành ion dương.* Nguyên tử của nguyên tố nào càng dễ nhường electron thì tính kim loại của nguyên tố đó càng mạnh.

- *Tính phi kim là tính chất của một nguyên tố mà nguyên tử của nó dễ nhận electron để trở thành ion âm.* Nguyên tử của nguyên tố nào càng dễ nhận electron thì tính phi kim của nguyên tố đó càng mạnh.

- *Trong mỗi chu kì, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, tính kim loại của các nguyên tố giảm dần, đồng thời tính phi kim tăng dần.*

Giải thích: Trong cùng một chu kì, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân (từ trái sang phải) thì năng lượng ion hóa, độ âm điện tăng dần đồng thời bán kính nguyên tử giảm dần ⇒ khả năng nhường electron giảm dần (tính kim loại giảm dần), đồng thời khả năng nhận electron tăng dần (tính phi kim tăng dần).

- *Trong nhóm A, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, tính kim loại của các nguyên tố tăng dần, đồng thời tính phi kim giảm dần.*

Giải thích: Trong cùng nhóm A, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân (từ trên xuống dưới) thì năng lượng ion hóa, độ âm điện giảm dần đồng thời bán kính nguyên tử tăng dần ⇒ khả năng nhường electron tăng dần (tính kim loại tăng dần), đồng thời khả năng nhận electron giảm dần (tính phi kim giảm dần).

Nhận xét: Tính kim loại, tính phi kim của các nguyên tố nhóm A biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân.

2. Sự biến đổi về hóa trị của các nguyên tố

Trong một chu kì, đi từ trái sang phải, hóa trị cao nhất của các nguyên tố với oxi lần lượt tăng từ 1 đến 7, còn hóa trị với hiđro của các *phi kim* giảm từ 4 đến 1.

Thí dụ: Sự biến đổi tuần hoàn hóa trị của các nguyên tố ở chu kì 2 và 3

Số thứ tự nhóm A	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Hợp chất với oxi	Na_2O K_2O	MgO CaO	Al_2O_3 Ga_2O_3	SiO_2 GeO_2	P_2O_5 As_2O_5	SO_3 SeO_3	Cl_2O_7 Br_2O_7
Hóa trị cao nhất với oxi	1	2	3	4	5	6	7
Hợp chất khí với hiđro				SiH_4 GeH_4	PH_3 AsH_3	H_2S H_2Se	HCl HBr
Hoá trị với hiđro				4	3	2	1

Nhận xét: Hóa trị cao nhất của một nguyên tố đối với oxi, hóa trị với hiđro của các phi kim biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân.

3. Sự biến đổi tính axit - bazơ của oxit và hiđroxit tương ứng

Trong một chu kì, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, tính bazơ của các oxit và hiđroxit tương ứng giảm dần, đồng thời tính axit của chúng tăng dần.

Trong một nhóm A, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, tính bazơ của các oxit và hiđroxit tương ứng tăng dần, đồng thời tính axit của chúng giảm dần.

Thí dụ: Sự biến đổi tính axit - bazơ của oxit và hiđroxit tương ứng của các nguyên tố ở chu kì 2 và 3 như sau:

Li_2O	BeO	B_2O_3	CO_2	N_2O_5		
Oxit bazơ	Oxit lưỡng tính	Oxit axit	Oxit axit	Oxit axit		
LiOH	$Be(OH)_2$	H_3BO_3	H_2CO_3	HNO_3		
Bazơ kiềm	Hiđroxit lưỡng tính	Axit yếu	Axit yếu	Axit mạnh		
Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl_2O_7
Oxit bazơ	Oxit bazơ	Oxit lưỡng tính	Oxit axit	Oxit axit	Oxit axit	Oxit axit
NaOH	$Mg(OH)_2$	$Al(OH)_3$	H_2SiO_3	H_3PO_4	H_2SO_4	$HClO_4$
Bazơ kiềm	Bazơ yếu	Hiđroxit lưỡng tính	Axit yếu	Axit trung bình	Axit mạnh	Axit rất mạnh

Nhận xét: *Tính axit - bazơ của các oxit và hiđroxit tương ứng của các nguyên tố biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân nguyên tử.*

4. Định luật tuần hoàn

Tính chất của các nguyên tố và đơn chất cũng như thành phần và tính chất của các hợp chất tạo nên từ các nguyên tố đó biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân nguyên tử.

V. Ý NGHĨA CỦA BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HÓA HỌC

1. Quan hệ giữa vị trí và cấu tạo nguyên tử

Biết được vị trí của một nguyên tố trong bảng tuần hoàn, ta có thể suy ra cấu tạo nguyên tử của nguyên tố đó và ngược lại (xem sơ đồ sau):

Vị trí Cấu tạo nguyên tử

$$\left\{\begin{array}{l}\text{- STT của nguyên tố}\\ \text{- STT chu kì}\\ \text{- STT nhóm A}\end{array}\right. \Leftrightarrow \left\{\begin{array}{l}\text{- Số proton, số electron}\\ \text{- Số lớp electron}\\ \text{- Số electron lớp ngoài cùng}\end{array}\right.$$

Thí dụ 1: Nguyên tố X có Z = 19, ở nhóm IA, chu kì 4

Ta suy ra: Nguyên tố X có:

19 proton, 19 electron

4 lớp electron và lớp ngoài cùng có 1 electron.

Ngược lại, biết được cấu tạo nguyên tử của một nguyên tố, ta có thể xác định được vị trí của nguyên tố đó trong bảng tuần hoàn.

Thí dụ 2: Cấu hình electron của 1 nguyên tử là: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. Vậy nguyên tố tương ứng có số thứ tự Z = 16, có16 proton, 16 electron, ở chu kì 3, nhóm VIA.

2. Quan hệ giữa vị trí và tính chất của nguyên tố

a) Biết đượcc vị trí của một nguyên tố trong bảng tuần hoàn, cũng có thể suy ra những tính chất hoá học cơ bản của nó

- Tính kim loại, tính phi kim: Các nguyên tố ở các nhóm IA, IIA, IIIA (trừ H, B) có tính kim loại. Các nguyên tố ở các nhóm VA, VIA, VIIA có tính phi kim (trừ Sb, Bi và Po). Các nguyên tố thuộc nhóm IVA có tính phi kim nếu thuộc chu kì nhỏ (C, Si), có tính kim loại nếu thuộc chu kì lớn (Sn, Pb).
- Hóa trị cao nhất của nguyên tố với oxi, hóa trị với hiđro của các phi kim.
- Công thức oxit cao nhất và hiđroxit tương ứng.
- Công thức của hợp chất khí với hiđro (nếu có).
- Oxit và hiđroxit có tính axit hay bazơ.

Thí dụ: Nguyên tố clo có Z = 17 ở chu kì 3, nhóm VIIA. Suy ra clo là phi kim.

- Hoá trị cao nhất đối với oxi bằng 7 và hóa trị thấp nhất đối với H bằng 1.
- Công thức oxit bậc cao nhất là Cl_2O_7
- Công thức hợp chất khí với hiđro là HCl.
- Oxit Cl_2O_7 là oxit axit và $HClO_4$ là axit mạnh.

b) Dựa vào qui lật biến đổi tính chất trong bảng tuần hoàn, ta có thể so sánh tính chất hoá học của một nguyên tố với các nguyên tố lân cận

Thí dụ: So sánh tính kim loại của Mg với Na, Al và Ca.

Nếu xếp các nguyên tố trên theo cùng một chu kì và cùng nhóm ta có:

Na	Mg	Al
	Ca	

- Trong một chu kì: Mg có tính kim loại yếu hơn Na nhưng mạnh hơn Al.
- Trong nhóm: Mg có tính kim loại yếu hơn Ca.

Tính bazơ của các oxit và hiđroxit tương ứng cũng tăng dần theo dãy:

$Al_2O_3 < MgO < Na_2O$ và $Al(OH)_3 < Mg(OH)_2 < NaOH$

$MgO < CaO$ và $Mg(OH)_2 < Ca(OH)_2$

Chú ý: Theo tính chất bắc cầu ta dễ dàng suy ra tính kim loại của Ca mạnh hơn Al và tính bazơ của CaO hoặc $Ca(OH)_2$ mạnh hơn Al_2O_3 hoặc $Al(OH)_3$ tương ứng.

B. KĨ THUẬT GIẢI NHANH CÁC LOẠI BÀI TẬP

LOẠI 1. XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ CÁC NGUYÊN TỐ HÓA HỌC TRONG BẢNG TUẦN HOÀN VÀ TÍNH CHẤT HÓA HỌC CỦA CHÚNG KHI BIẾT ĐIỆN TÍCH HẠT NHÂN

Phương pháp:

- Viết cấu hình electron theo thứ tự tăng mức năng lượng tăng dần.
- Vị trí của một nguyên tố trong bảng tuần hoàn được xác định bởi các thông số:

$$\begin{cases} \text{Ô} = Z \\ \text{Chu kì} = n \\ \text{Nhóm} = m \end{cases}$$

Z: Số hiệu nguyên tử

n: Số lớp electron trong nguyên tử.

• *Cách xác định giá trị của m:*

- Nguyên tử có cấu hình electron hoá trị là ns^anp^b thì nguyên tố thuộc nhóm A (n: số thứ tự chu kì).

m = STT nhóm A = a + b

Thí dụ: Na (Z = 11): $1s^22s^22p^53s^1 \Rightarrow$ Na thuộc nhóm IA

S (Z = 16): $1s^22s^22p^53s^23p^4 \Rightarrow$ S thuộc nhóm VIA

Nhóm A bao gồm khối nguyên tố s (nhóm IA, IIA) và p.

Nguyên tố s là những nguyên tố mà nguyên tử có electron cuối cùng được điền vào phân lớp s.

Khối các nguyên tố s gồm các nguyên tố thuộc IA và IIA.

Thí dụ: Ca (Z = 20): $1s^22s^22p^63s^23p^64s^2$ là nguyên tố s vì electron cuối cùng (viết theo mức năng lượng các AO) điền vào phân lớp 4s.

Nguyên tố p là những nguyên tố mà nguyên tử có electron cuối cùng được điền vào phân lớp p.

Khối các nguyên tố p gồm các nguyên tố thuộc các nhóm từ IIIA đến VIIIA (trừ He).

Thí dụ: Br (Z = 35): Mức năng lượng: $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^{10}4p^5$

$\Rightarrow$ Cấu hình electron: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^5$

Br là nguyên tố p vì electron cuối cùng (viết theo mức năng lượng các AO) điền vào phân lớp 4p.

- Nguyên tử có cấu hình electron hoá trị là $(n-1)d^ans^b$ thì nguyên tố đó thuộc nhóm B, n là số thứ tự của chu kì. Số thứ tự của nhóm B được xác định dựa vào tổng a + b như sau:

- $a + b < 8$ thì m = STT nhóm = a + b
- $a + b = 8, 9, 10$ thì m = STT nhóm = 8
- $a + b > 10$ thì m = STT nhóm = (a + b) - 10

Nhóm B gồm khối nguyên tố d và f

Nguyên tố d là các nguyên tố mà nguyên tử có electron cuối cùng được điền vào phân lớp d.

Thí dụ: Ni(Z = 28): Mức năng lượng: $1s^22s^23s^23p^64s^23d^8 \Rightarrow$ Ni là nguyên tố d.

$\Rightarrow$ Cấu hình electron: $1s^22s^23s^23p^63d^84s^2$

Khối các nguyên tố f gồm các nguyên tố xếp thành hai hàng ở cuối bảng. Chúng gồm 14 nguyên tố họ Lantan (từ Ce ($Z = 58$) đến Lu ($Z = 71$)) và 14 nguyên tố họ Actini (từ Th ($Z = 90$) đến Lr ($Z = 103$)).

Nguyên tố f là các nguyên tố mà nguyên tử có electron cuối cùng được điền vào phân lớp f.

Chú ý: Với nguyên tử có cấu hình $(n - 1)d^a ns^b$ thì b luôn luôn bằng 2, a chọn các giá trị từ $1 \rightarrow 10$. Trừ hai trường hợp sau:

- $a + b = 6$ thay vì $a = 4$ và $b = 2$ phải viết $a = 5$ và $b = 1$ (hiện tượng "bán bão hòa gấp phân lớp d")
- $a + b = 11$ thay vì $a = 9$ và $b = 2$ phải viết $a = 10$ và $b = 1$ (hiện tượng "bão hòa gấp phân lớp d").

- Hai nguyên tố A và B thuộc cùng một nhóm và ở hai chu kì liên tiếp (trừ H và Li) thì luôn cách nhau 8 ô và 18 ô. Thông thường bài toán cho thêm tổng số hạt proton (hoặc điện tích hạt nhân) của A là B (chẳng hạn là x). Khi đó để tìm Z_A và Z_B ($Z_A < Z_B$) ta chỉ việc giải hai hệ phương trình sau, lựa chọn nghiệm phù hợp.

$$\begin{cases} Z_A + Z_B = x \\ Z_B - Z_A = 8 \end{cases} \text{ hoặc } \begin{cases} Z_A + Z_B = x \\ Z_B - Z_A = 18 \end{cases}$$

- Nếu đề cho A và B thuộc hai nhóm liên tiếp thì ta xét hai khả năng.

+) *Trường hợp 1:* A, B thuộc cùng một chu kì tức là khi đó ta có hệ:

$$\begin{cases} Z_A + Z_B = x \\ Z_B - Z_A = 1 \end{cases}$$

+) *Trường hợp 2:* A, B thuộc hai chu kì liên tiếp. Khi đó chúng cách nhau 7 ô; 9 ô; 17 ô hoặc 19 ô. Như vậy ta cần tìm nghiệm phù hợp của 4 hệ phương trình sau:

$$\text{(I)} \begin{cases} Z_A + Z_B = x \\ Z_B - Z_A = 7 \end{cases} \qquad \text{(II)} \begin{cases} Z_A + Z_B = x \\ Z_B - Z_A = 9 \end{cases}$$

$$\text{(III)} \begin{cases} Z_A + Z_B = x \\ Z_B - Z_A = 17 \end{cases} \qquad \text{(IV)} \begin{cases} Z_A + Z_B = x \\ Z_B - Z_A = 19 \end{cases}$$

Nếu chứng minh được A, B thuộc chu kì nhỏ thì ta chỉ việc giải hệ (I) và (II).

- Nếu đề cho A hoặc B thuộc nhóm nào đó rồi thì căn cứ vào phương trình $Z_A + Z_B = m$ ta tìm những giá trị phù hợp của Z_A hoặc Z_B rồi suy ra giá trị Z còn lại.

- Nếu đề cho A, B thuộc cùng một nhóm và ở hai chu kì liên tiếp mà chưa cho biết tổng số proton (hoặc điện tích hạt nhân) của hai nguyên tử A và B thì ta có thể xác định giá trị khối lượng nguyên tử của chúng dựa vào tính chất trung bình.

$$\overline{M} = \frac{m_{hh}}{n_{hh}} = \frac{aM_A + bM_B}{a + b}$$

a, b lần lượt là số mol của A và B có trong m gam hỗn hợp.

Tính chất: Giả sử $M_A < M_B \Rightarrow M_A < \overline{M} < M_B$

Thí dụ 1: Xác định A, B, X, Y biết:

- Hai nguyên tố A, B thuộc cùng một nhóm chính và ở hai chu kì liên tiếp trong bảng tuần hoàn, có tổng số điện tích hạt nhân là 26 hạt.

- Hai nguyên tố X, Y kết tiếp nhau trong một chu kì, có tổng điện tích hạt nhân là $+4,96.10^{-18}$ culong.

Giải

- Xác định A, B:

$$\text{(I)}\ \begin{cases} Z_A + Z_B = 26 \\ Z_B - Z_A = 8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_A = 9\,(F) \\ Z_B = 17\,(Cl) \end{cases} \text{(nhận)}$$

$$\text{(II)}\ \begin{cases} Z_A + Z_B = 26 \\ Z_B - Z_A = 18 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_A = 4\ (Be) \\ Z_B = 22\ (Ti) \end{cases} \text{(loại)}$$

- Xác định X, Y: $Z_X + Z_Y = \dfrac{4,96.10^{-18}}{1,6.10^{-19}} = 31$ (1)

Do X, Y kế tiếp nhau trong một chu kì nên $Z_Y = Z_X + 1$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} Z_X = 15\,(P) \\ Z_Y = 16\,(S) \end{cases}$

Thí dụ 2: a) Hai nguyên tố X, Y thuộc hai chu kì liên tiếp và hai nhóm liên tiếp trong bảng tuần hoàn. Tổng số proton trong hai nguyên tử X và Y là 23 hạt. Xác định X và Y và cho biết vị trí của chúng trong bảng tuần hoàn.

b) Hai nguyên tố D, E thuộc hai chu kì liên tiếp và hai nhóm liên tiếp trong bảng tuần hoàn. E thuộc nhóm IIIA. Tổng số hạt proton trong hai nguyên tử là 19. Xác định D, E và vị trí của chúng trong bảng tuần hoàn.

c) Tổng số hạt proton, nơtron và electron trong nguyên tử G là 114 hạt. Số hạt mang điện trong anion G^- nhiều hơn số hạt không mang điện là 27. Xác định vị trí của G trong bảng tuần hoàn và cho biết tính chất hóa học cơ bản của nó.

Giải

a) Theo đề ra, ta có hệ: $\begin{cases} Z_X + Z_Y = 23 \\ Z_Y - Z_X = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_X = 11\,(Na) \\ Z_Y = 12\,(Mg) \end{cases}$

Vị trí trong bảng tuần hoàn:

Na (Z = 11): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

$\begin{cases} \text{Ô thứ 11} \\ \text{Chu kì 3} \\ \text{Nhóm IA} \end{cases}$

Mg (Z = 12): $1s^22s^22p^63s^2$

$$\begin{cases}\text{Ô thứ 12}\\ \text{Chu kì 3}\\ \text{Nhóm IIA}\end{cases}$$

b) Theo đề ra, ta có: $Z_D + Z_E = 19 \Rightarrow Z_E < 19$

Do E thuộc nhóm IIIA nên $Z_E = 5$ (B) hoặc $Z_E = 13$ (Al)

- Nếu $Z_E = 5 \Rightarrow Z_D = 14$ (Si)

Vị trí trong bảng tuần hoàn:

B (Z = 5): $1s^22s^22p^1$

$$\begin{cases}\text{Ô thứ 5}\\ \text{Chu kì 2}\\ \text{Nhóm IIIA}\end{cases}$$

Si (Z = 14): $1s^22s^22p^63s^23p^2$

$$\begin{cases}\text{Ô thứ 14}\\ \text{Chu kì 3}\\ \text{Nhóm IVA}\end{cases}$$

- Nếu $Z_E = 13 \Rightarrow Z_D = 6$ (C)

Vị trí trong bảng tuần hoàn:

Al (Z = 13): $1s^22s^22p^63s^23p^1$

$$\begin{cases}\text{Ô thứ 13}\\ \text{Chu kì 3}\\ \text{Nhóm IIIA}\end{cases}$$

C (Z = 6): $1s^22s^22p^2$

$$\begin{cases}\text{Ô thứ 6}\\ \text{Chu kì 2}\\ \text{Nhóm IVA}\end{cases}$$

c) Ta có hệ: $\begin{cases}2Z_G + N_G = 114\\ 2Z_G + 1 - N_G = 27\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}Z_G = 35\\ N_G = 44\end{cases}$ ⇒ Nguyên tố **G** là brom (G)

Br (Z = 35): $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^5$

⇒ Vị trí trong bảng tuần hoàn: $\begin{cases}\text{Ô thứ 35}\\ \text{Chu kì 4}\\ \text{Nhóm VIIA}\end{cases}$

Tính chất hóa học cơ bản của brom:

+ Br là phi kim điển hình.

+ Hóa trị cao nhất đối với oxi là 7, công thức oxit cao nhất là Br_2O_7, công thức hidroxit tương ứng là $Br(OH)_7 \equiv HBrO_4.3H_2O$.

+ Hóa trị đối với hiđro là 1, công thức hợp chất khí với hiđro là HBr.

+ Br_2O_7 là oxit axit, $HBrO_4$ là axit rất mạnh.

Thí dụ 3: Hòa tan hết 4,25 gam hỗn hợp X gồm hai kim loại kiềm A, B thuộc hai chu kì liên tiếp vào nước lấy dư, thu được dung dịch Y và 1,68 lít H_2 (đktc).

a) Xác định tên hai kim loại A và B.

b) Tính khối lượng $NaHCO_3$ tối thiểu cần dùng để phản ứng vừa hết với dung dịch Y.

Giải

a) $n_{H_2} = \dfrac{1,68}{22,4} = 0,075$ mol

Đặt $\overline{M}$ là kim loại trung bình của A và B. Ta có:

$$2\overline{M} + 2H_2O \rightarrow 2\overline{M}OH + H_2\uparrow$$

$$0,15 \qquad \leftarrow \quad 0,15 \leftarrow 0,075$$

$$\Rightarrow \overline{M} = \frac{4,25}{0,15} = 28,33 \Rightarrow M_1 = 23\ (Na) < \overline{M} = 28,33 < M_2 = 39\ (K)$$

b) $2\overline{M}OH + 2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + \overline{M}_2CO_3 + 2H_2O$

$$0,15 \rightarrow 0,15$$

$\Rightarrow m_{NaHCO_3} = 84.0,15 = 12,6$ gam

Thí dụ 4: Hòa tan hết 7,6 gam hỗn hợp X gồm 2 kim loại kiềm thổ thuộc hai chu kì liên tiếp vào 146 gam dung dịch HCl 20%, thu được dung dịch Y và 5,6 lít H_2 (dktc).

a) Xác định tên hai kim loại kiềm.

b) Tính nồng độ phần trăm các chất trong Y.

Giải

a) $n_{H_2} = \dfrac{5,6}{22,4} = 0,25$ mol; $n_{HCl} = \dfrac{146.20}{36,5.100} = 0,8$ mol

Đặt $\overline{M}$ là kim loại trung bình của hai kim loại kiềm thổ. Ta có:

$$\overline{M} + 2HCl \rightarrow \overline{M}Cl_2 + H_2\uparrow$$

$$0,25 \leftarrow 0,5 \quad \leftarrow 0,25 \leftarrow 0,25$$

$$\Rightarrow \overline{M} = \frac{7,6}{0,25} = 30,4 \Rightarrow M_1 = 24\ (Mg) < \overline{M} = 30,4 < M_2 = 40\ (Ca)$$

b) $m_{ddY} = 7,6 + 146 - 2.0,25 = 153,1$ gam

n_{HCl} còn $= 0,8 - 0,5 = 0,3$ mol

Đặt $n_{Mg} = x$ (mol) và $n_{Ca} = y$ (mol). Ta có hệ:

$$\begin{cases} x + y = 0,25 \\ 24x + 40y = 7,6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,15\text{ mol} \\ y = 0,1\text{ mol} \end{cases}$$

$\Rightarrow n_{CaCl_2} = 0,1$ mol và $n_{MgCl_2} = 0,15$ mol

Nồng độ phần trăm của các chất trong Y là

$$C\%_{HCl} = \frac{36,5.0,3.100\%}{153,1} = 7,15\%$$

$$C\%_{MgCl_2} = \frac{95.0.15.100\%}{153,1} = 9,3\%$$

$$C\%_{CaCl_2} = \frac{111,0,1.100\%}{153,1} = 7,25\%$$

Thí dụ 5: Hai nguyên tố A, B thuộc cùng một nhóm và ở hai chu kì liên tiếp trong bảng tuần hoàn. Tổng số hạt proton trong nguyên tử A và B là 16.

a) Xác định A và B.

b) Hòa tan hết 3,78 gam hỗn hợp X gồm A, B trong dung dịch HCl dư, thu được 4,928 lít H_2 (đktc). Tính phần trăm khối lượng mỗi chất trong X.

Giải

a) Theo đề ra, ta có:

$Z_A + Z_B = 16$ (1)

Giả sử $Z_A < Z_B \Rightarrow Z_B < 16 \Rightarrow$ A, B thuộc chu kì nhỏ.

A, B thuộc cùng một nhóm và ở hai chu kì liên tiếp trong bảng tuần hoàn nên:

$Z_B - Z_A = 8$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} Z_A = 4\text{(Be)} \\ Z_B = 12\text{(Mg)} \end{cases}$

b) $Be + 2HCl \rightarrow BeCl_2 + H_2\uparrow$

x → x

$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2\uparrow$

y → y

Ta có hệ: $\begin{cases} x + y = \dfrac{4,928}{22,4} = 0,22 \\ 9x + 24y = 3,78 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,1\,\text{mol} \\ y = 0,12\,\text{mol} \end{cases}$

Phần trăm khối lượng của mỗi chất trong X là

$$\%m_{Be} = \frac{9.0,1.100\%}{3,78} = 23,8\%$$

$$\%m_{Mg} = 100\% - 23,8\% = 76,2\%$$

Thí dụ 6: Một ion M^{3+} có tổng số hạt (electron, notron, proton) bằng 79, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 19.

a) Xác định vị trí của M trong bảng tuần hoàn.

b) Viết cấu hình electron của các ion do M tạo ra.

Giải

a) Ta có hệ: $\begin{cases} 2Z_M + N_M - 3 = 79 \\ 2Z_M - 3 - N_M = 19 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_M = 26 \\ N_M = 30 \end{cases} \Rightarrow$ M là kim loại Fe

Fe (Z = 26): $1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$

$\Rightarrow$ Vị trí của Fe trong bảng tuần hoàn: $\begin{cases}\text{Ô thứ 26}\\ \text{Chu kì 4}\\ \text{Nhóm VIIIB}\end{cases}$

b) Cấu hình electron:

Fe^{2+}: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^6$ hay $[Ar]3d^6$

Fe^{3+}: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^5$ hay $[Ar]3d^5$

Thí dụ 7: Tổng số hạt cơ bản (proton, notron, electron) trong nguyên tử của nguyên tố X là 94. Trong đó tổng số hạt mang điện nhiều hơn tổng số hạt không mang điện là 22.

a) Tìm tên nguyên tố X.

b) Viết kí hiệu nguyên tử của nguyên tố X.

c) Viết cấu hình electron của X. Xác định vị trí của X trong bảng tuần hoàn.

Giải

a) Ta có hệ: $\begin{cases}2Z_X + N_X = 94\\ 2Z_X - N_X = 22\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}Z_X = 29\\ N_X = 36\end{cases} \Rightarrow$ X là kim loại Cu

b) $A_X = 29 + 36 = 65$

$\Rightarrow$ Kí hiệu nguyên tử X là $^{65}_{29}Cu$.

c) Cu (Z = 29): $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^9$ (viết theo mức năng lượng các AO)

$\Rightarrow$ Cấu hình electron: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^1$ (lưu ý hiện tượng bão hòa gấp)

$\Rightarrow$ Vị trí của Cu trong bảng tuần hoàn: $\begin{cases}\text{Ô thứ 29}\\ \text{Chu kì 4}\\ \text{Nhóm IB}\end{cases}$

Thí dụ 8: Cấu hình electron của ion X^{2+} là $1s^22s^22p^63s^23p^63d^4$. Trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, nguyên tố X thuộc

A. Chu kì 4, nhóm VIA

B. Chu kì 4, nhóm IIA

C. Chu kì 3, nhóm VIB

D. Chu kì 4, nhóm VIB

Giải

$Z_X = \Sigma e(X) = \Sigma e(X^{2+}) + 2 = 24$

Cấu hình electron của X: $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^4 \Rightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^63d^54s^1$

$\Rightarrow$ Vị trí của X: $\begin{cases}\text{Ô thứ 24}\\ \text{Chu kì 4}\\ \text{Nhóm VIB}\end{cases}$

$\Rightarrow$ Đáp án D

Thí dụ 9: Công thức phân tử của hợp chất khí tạo bởi nguyên tố R và hiđro là RH. Trong oxit mà R có hoá trị cao nhất thì oxi chiếm 61,20% về khối lượng. Nguyên tố R là

A. Cl. B. Br. C. I. D. S.

Giải

Công thức phân tử của hợp chất khí tạo bởi nguyên tố R và hiđro là RH

⇒ Công thức oxit cao nhất R_2O_7

$$\Rightarrow \%O = \frac{7.16}{2R + 7.16} = \frac{61,20}{100} \Rightarrow R = 35,5(Cl) \Rightarrow \text{Đáp án A}$$

Thí dụ 10: Hai nguyên tố X và Y thuộc cùng một nhóm và ở hai chu kì liên tiếp trong bảng tuần. Tổng số hạt proton trong hạt nhân nguyên tử của X và Y là 24 ($Z_X < Z_Y$). Khẳng định nào sau đây là **sai**?

A. X thuộc chu kì 2, Y thuộc chu kì 3

B. X và Y thuộc nhóm VIA

C. Ở dạng đơn chất X không tác dụng được với Y

D. Tính phi kim của X mạnh hơn Y

Giải

$Z_X + Z_Y = 24$ ⇒ X, Y thuộc chu kì nhỏ tức là chúng cách nhau 8 ô.

$$\begin{cases} Z_X + Z_Y = 24 \\ Z_Y - Z_Y = 8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_X = 8(O) \\ Z_Y = 16(S) \end{cases}$$

$$S + O_2 \xrightarrow{t^o} SO_2$$

→ Đáp án C.

Cũng có thể dùng phương pháp loại trừ như sau:

O (Z = 8): $1s^22s^22p^4$ → O thuộc chu kì 2, nhóm VIA

→ S thuộc chu kì 3, nhóm VIA (loại A, B)

Tính phi kim O > S (loại D).

LOẠI 2. XÁC ĐỊNH CÔNG THỨC, TÍNH CHẤT HÓA HỌC ĐƠN CHẤT VÀ HỢP CHẤT MỘT NGUYÊN TỐ KHI BIẾT VỊ TRÍ CỦA NÓ TRONG BẢNG TUẦN HOÀN – QUY LUẬT BIẾN ĐỔI TÍNH CHẤT CỦA CÁC NGUYÊN TỐ

Phương pháp:

1) Xác định tính chất hóa học của đơn chất:

• Các nguyên tố thuộc nhóm A: Nhóm 1, 2, 3 là kim loại, nhóm 5, 6, 7 là phi kim. với nhóm chính nhóm 4 những nguyên tố phía trên là phi kim (C, Si), những nguyên tố phía dưới là kim loại (Sn, Pb).

- Các nguyên tố thuộc nhóm phụ hầu hết là kim loại.

2) Sự biến đổi hoá trị của các nguyên tố

Nhóm	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Hóa trị cao nhất với oxi	I	II	III	IV	V	VI	VII
Công thức oxit tương ứng	R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7
Hóa trị với hiđro				IV	III	II	I
Hợp chất khí với hiđro				RH_4 khí	PH_3 khí	RH_2 (hay H_2R) khí	RH (hay HR) khí
Công thức hiđroxit	ROH	$R(OH)_2$	$R(OH)_3$	H_2RO_3	H_3RO_4 (trừ HNO_3)	H_2RO_4	HRO_4

3) Bán kính của nguyên tử trung hoà lớn hơn bán kính của cation nhưng nhỏ hơn bán kính của anion.

Thí dụ: $r_{Na} > r_{Na^+}$; $r_{Cl} < r_{Cl^-}$

4) Sự biến đổi tuần hoàn tính kim loại, tính phi kim của các nguyên tố hoá học. Định luật tuần hoàn

Khi điện tích hạt nhân tăng dần, số electron ở lớp vỏ ngoài cùng biến đổi một cách tuần hoàn. Đó là nguyên nhân làm cho tính chất của các nguyên tố biến đổi tuần hoàn.

a) Sự biến đổi tuần hoàn tính kim loại, tính phi kim.

- Tính kim loại là tính chất của một nguyên tố mà nguyên tử của nó dễ nhường electron để trở thành ion dương. Nguyên tử của nguyên tố nào càng dễ nhường electron thì tính kim loại của nguyên tố đó càng mạnh.

- Tính phi kim là tính chất của một nguyên tố mà nguyên tử của nó dễ nhận electron để trở thành ion âm. Nguyên tử của nguyên tố nào càng dễ nhận electron thì tính phi kim của nguyên tố đó càng mạnh.

- Trong mỗi chu kì, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, tính kim loại của các nguyên tố giảm dần, đồng thời tính phi kim tăng dần.

Giải thích: Trong cùng một chu kì, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân (từ trái sang phải) thì năng lượng ion hóa, độ âm điện tăng dần đồng thời bán kính nguyên tử giảm dần ⇒ khả năng nhường electron giảm dần (tính kim loại giảm dần), đồng thời khả năng nhận electron tăng dần (tính phi kim tăng dần).

- Trong nhóm A, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, tính kim loại của các nguyên tố tăng dần, đồng thời tính phi kim giảm dần.

Giải thích: Trong cùng nhóm A, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân (từ trên xuống dưới) thì năng lượng ion hóa, độ âm điện giảm dần đồng thời bán kính nguyên tử tăng dần ⇒ Khả năng nhường electron tăng dần (tính kim loại tăng dần), đồng thời khả năng nhận electron giảm dần (tính phi kim giảm dần).

Nhận xét: *Tính kim loại, tính phi kim của các nguyên tố nhóm A biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân.*

b) Sự biến đổi tính axit - bazơ của oxit và hiđroxit tương ứng

Trong một chu kì, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, tính bazơ của các oxit và hiđroxit tương ứng giảm dần, đồng thời tính axit của chúng tăng dần.

Trong một nhóm A, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, tính bazơ của các oxit và hiđroxit tương ứng tăng dần, đồng thời tính axit của chúng giảm dần.

Ví dụ: Sự biến đổi tính axit - bazơ của oxit và hiđroxit tương ứng của các nguyên tố ở chu kì 2 và 3 như sau:

Li_2O	BeO	B_2O_3	CO_2	N_2O_5		
Oxit bazơ	Oxit lưỡng tính	Oxit axit	Oxit axit	Oxit axit		
LiOH	$Be(OH)_2$	H_3BO_3	H_2CO_3	HNO_3		
Bazơ kiềm	Hiđroxit lưỡng tính	Axit yếu	Axit yếu	Axit mạnh		
Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl_2O_7
Oxit bazơ	Oxit bazơ	Oxit lưỡng tính	Oxit axit	Oxit axit	Oxit axit	Oxit axit
NaOH	$Mg(OH)_2$	$Al(OH)_3$	H_2SiO_3	H_3PO_4	H_2SO_4	$HClO_4$
Bazơ kiềm	Bazơ yếu	Hiđroxit lưỡng tính	Axit yếu	Axit trung bình	Axit mạnh	Axit rất mạnh

Nhận xét: *Tính axit - bazơ của các oxit và hiđroxit tương ứng của các nguyên tố biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân nguyên tử.*

c) Định luật tuần hoàn

Tính chất của các nguyên tố và đơn chất cũng như thành phần và tính chất của các hợp chất tạo nên từ các nguyên tố đó biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân nguyên tử.

5) Quan hệ giữa vị trí và tính chất của nguyên tố

a) Biết được vị trí của một nguyên tố trong bảng tuần hoàn, cũng có thể suy ra những tính chất hoá học cơ bản của nó

- Tính kim loại, tính phi kim: Các nguyên tố ở các nhóm IA, IIA, IIIA (trừ H, B) có tính kim loại. Các nguyên tố ở các nhóm VA, VIA, VIIA có tính phi kim (trừ Sb, Bi và Po). Các nguyên tố thuộc nhóm IVA có tính phi kim nếu thuộc chu kì nhỏ (C, Si), có tính kim laọi nếu thuộc chu kì lớn (Sn, Pb).
- Hóa trị cao nhất của nguyên tố với oxi, hóa trị với hiđro của các phi kim.
- Công thức oxit cao nhất và hiđroxit tương ứng.
- Công thức của hợp chất khí với hiđro (nếu có).
- Oxit và hiđroxit có tính axit hay bazơ.

Ví dụ: Nguyên tố clo có Z = 17 ở chu kì 3, nhóm VIIA. Suy ra clo là phi kim.

- Hoá trị cao nhất đối với oxi bằng 7 và hóa trị thấp nhất đối với H bằng 1.
- Công thức oxit bậc cao nhất là Cl_2O_7
- Công thức hợp chất khí với hiđro là HCl.
- Oxit Cl_2O_7 là oxit axit và $HClO_4$ là axit mạnh.

b) Dựa vào qui luật biến đổi tính chất trong bảng tuần hoàn, ta có thể so sánh tính chất hoá học của một nguyên tố với các nguyên tố lân cận

Thí dụ 1: Từ nguyên tố thứ 3 đến nguyên tố thứ 17, tính chất kim loại và tính chất phi kim biến thiên như thế nào theo chiều tăng của điện tích hạt nhân nguyên tử của các nguyên tố? Tính chất của các oxit cao nhất? Hóa trị của các nguyên tố? Thành phần và tính chất của các hiđroxit?

Giải

Sự biến thiên tính chất kim loại và tính chất phi kim chiều tăng của điện tích hạt nhân nguyên tử của các nguyên tố, tính chất của các oxit cao nhất, hóa trị của các nguyên tố, thành phần và tính chất của các hidroxit được thể hiện trong bảng sau:

Số thứ tự nhóm A	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Tính kim loại, phi kim	Na Kim loại kiềm	Mg Kim loại kiềm thổ	Al Kim loại mạnh	Si Phi kim yếu	P Phi kim trung bình	S Phi kim mạnh	Cl Phi kim rất mạnh
Tính chất oxi cao nhất	Na_2O Oxit bazơ	MgO Oxit bazơ	Al_2O_3 Oxit lưỡng tính	SiO_2 Oxit axit	P_2O_5 Oxit axit	SO_3 Oxit axit	Cl_2O_7 Oxit axit
Hóa trị cao nhất với oxi	1	2	3	4	5	6	7
Hoá trị với hiđro				4	3	2	1
Tính chất của các hiđroxit	NaOH Bazơ kiềm	$Mg(OH)_2$ Bazơ yếu	$Al(OH)_3$ Hiđroxit lưỡng tính	H_2SiO_3 Axit yếu	H_3PO_4 Axit trung bình	H_2SO_4 Axit mạnh	$HClO_4$ Axit rất mạnh

Thí dụ 2: Xét các nguyên tố sau:

a) Cs, Ca, Mg, K, Be. b) Rb, Al, Mg, Na.

c) Sr, Ca, Cs, Al, Rb. d) Mg, Rb, Al, K, Cs, Ca.

Hãy sắp theo thứ tự:

- Tính kim loại giảm dần của câu a, b.
- Tính kim loại tăng dần của câu c, d.
- Tính bazơ tăng dần của các hiđroxit trên (cả 4 câu).
- Bán kính nguyên tử giảm dần của câu d.

Giải

- Tính kim loại giảm dần theo dãy

  a) Cs > K > Ca > Mg > Be

  b) Rb > Na > Mg > Al
- Tính kim loại tăng dần theo dãy

  c) Al < Ca < Sr < Rb < Cs

  d) Al < Mg < Ca < K < Rb < Cs
- Tính bazơ của các hiđroxit tăng dần theo dãy:

  a) $Be(OH)_2 < Mg(OH)_2 < Ca(OH)_2 < KOH < CsOH$

  b) $Al(OH)_3 < Mg(OH)_2 < NaOH < RbOH$

  c) $Al(OH)_3 < Ca(OH)_2 < Sr(OH)_2 < RbOH < CsOH$

  d) $Al(OH)_3 < Mg(OH)_2 < Ca(OH)_2 < KOH < RbOH < CsOH$
- Bán kính nguyên tử giảm dần theo dãy

  Al < Mg < Ca < K < Rb < Cs

Thí dụ 3: Oxit cao nhất của một nguyên tố ứng với công thức R_2O_5, hợp chất của nó với hiđro có %H = 8,82.

a) Xác định nguyên tố R.

b) Xác định vị trí của R trong bảng tuần hoàn.

c) Cho 0,15 mol R_2O_5 tác dụng với dung dịch chứa 0,5 mol NaOH. Tính khối lượng muối thu được sau phản ứng.

Giải

a) Oxit cao nhất của một nguyên tố ứng với công thức $R_2O_5 \Rightarrow$ R thuộc nhóm VA.

$\Rightarrow$ Công thức hợp chất khí với hiđro là RH_3.

$$\%H = \frac{3}{R + 3} = \frac{8,82}{100} \Rightarrow R = 31 \text{ (P)}$$

Vậy R là nguyên tố photpho.

b) P (Z = 15): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

$$\Rightarrow \text{Vị trí của R trong bảng tuần hoàn: } \begin{cases} \text{Ô thứ 15} \\ \text{Chu kì 3} \\ \text{Nhóm VA} \end{cases}$$

c) $P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$

0,15 $\rightarrow$ 0,3

$NaOH + H_3PO_4 \rightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$

0,3 $\leftarrow$ 0,3 $\rightarrow$ 0,3

$\Rightarrow n_{NaOH}$ còn = 0,5 - 0,3 = 0,2 mol

$NaOH + NaH_2PO_4 \rightarrow Na_2HPO_4 + H_2O$

$0,2 \rightarrow 0,2 \qquad \rightarrow 0,2$

$\Rightarrow n_{NaH_2PO_4}$ còn = 0,3 - 0,2 = 0,1 mol

Khối lượng thu được là

$n_{NaH_2PO_4} = 120.0,1 = 12$ gam

$n_{Na_2HPO_4} = 142.0,2 = 28,4$ gam

Thí dụ 4: Tổng số hạt proton, electron và notron trong nguyên tử M là 40. Trong cation M^{3+} thì số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 9. Hãy so sánh tính chất hóa học của M với các nguyên tố xếp xung quanh nó thuộc cùng chu kì và cùng nhóm chính.

Trả lời các câu hỏi sau đây:

a) M có tính kim loại hay phi kim? Tính chất này mạnh hơn hay yếu hơn so với magie và silic?

b) So sánh tính chất trên với bo và gali?

c) Viết công thức oxit cao nhất và hiđroxit tương ứng của M.

d) So sánh tính bazơ của oxit cao nhất và hiđroxit tương ứng của M với oxit cao nhất và hiđroxit tương ứng của Mg và Si.

Giải

a) Ta có hệ: $\begin{cases} 2Z_M + N_M = 40 \\ 2Z_M - 3 - N_M = 9 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_M = 13 \\ N_M = 14 \end{cases} \Rightarrow$ M là kim loại Al

$\Rightarrow$ Cấu hình electron: Al (Z = 13): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

$\Rightarrow$ Al thuộc ô 13, chu kì 3 và nhóm IIIA trong bảng tuần hoàn.

$\Rightarrow$ Tính kim loại của Al (Z = 13) yếu hơn Mg (Z = 12) nhưng mạng hơn Si (Z = 14) vì các nguyên tố này đều thuộc chu kì 3 nên tính kim loại giảm dần theo chiều tăng của điện tích hạt nhân.

b) Nhôm có tính kim loại mạnh hơn B (Z = 5) và yếu hơn Ga (Z = 21) vì chúng đều thuộc cùng nhóm IIIA nên tính kim loại tăng dần theo chiều tăng của điện tích hạt nhân.

c) Công thức oxit cao nhất Al_2O_3, công thức hiđroxit tương ứng là $Al(OH)_3$.

d) Tính bazơ giảm dần theo dãy:

MgO	>	Al_2O_3	>	SiO_2
Oxit		Oxit		Oxit
bazơ		lưỡng tính		axit

$Mg(OH)_2$	>	$Al(OH)_3$	>	H_2SiO_3
Bazơ		Hiđroxit		Axit
yếu		lưỡng tính		yếu

Thí dụ 5: Hãy so sánh tính kim loại và phi kim? Tính axit và bazơ của các oxit cao nhất và hiđroxit tương ứng của:

a) Mg (Z = 12) với Na (Z = 11) và Al (Z = 13).

b) Ca (Z = 20) với Mg (Z = 12) và K (Z = 19).

c) Cl (Z = 17) với F (Z = 9) và S (Z = 16).

Giải

a) Tính kim loại giảm dần theo dãy:

Na > Mg > Al

Vì các nguyên tố Na, Mg và Al đều thuộc chu kì 3 nên tính kim loại giảm dần theo chiều tăng điện tích hạt nhân.

Tính bazơ giảm dần theo dãy:

Na_2O	>	MgO	>	Al_2O_3
Oxit		Oxit		Oxit
bazơ		bazơ		lưỡng tính
$NaOH$	>	$Mg(OH)_2$	>	$Al(OH)_3$
Bazơ		Bazơ		Bazơ
kiềm		yếu		lưỡng tính

b)

Tính kim loại:

Theo nhóm IIA: Mg < Ca

Theo chu kì 4: K > Ca

⇒ Tính kim loại giảm dần theo dãy: K > Ca > Mg

		IIA
		Mg
Chu kì 4	K	Ca

Tính bazơ giảm dần theo dãy:

K_2O	>	CaO	>	MgO
Oxit		Oxit		Oxit
bazơ		bazơ		lưỡng tính
KOH	>	$Ca(OH)_2$	>	$Mg(OH)_2$
Bazơ		Bazơ		Bazơ
kiềm		mạnh		yếu

c)

Tính phi kim:

Theo nhóm VIIA: Cl < F

Theo chu kì 3: Cl > S

⇒ Tính phi kim giảm dần theo dãy: F > Cl > S

		VIIA
		F
Chu kì 3	S	Cl

Tính axit giảm dần theo dãy:

Cl_2O_7	>	SO_3
Oxit		Oxit
axit		axit
$HClO_4$	>	H_2SO_4
axit		axit
mạnh nhất		mạnh
trong các		
axit vô cơ		

Thí dụ 6: Ba nguyên tố X, Y, Z trong cùng một chu kì có tổng số hiệu nguyên tử là 39. Số hiệu nguyên tử Y bằng trung bình cộng số hiệu của nguyên tử X và Z. Nguyên tử của 3 nguyên tố này hầu như không phản ứng với H_2O ở điều kiện thường.

a) Hãy xác định vị trí các nguyên tố trong bảng tuần hoàn.

b) So sánh độ âm điện, bán kính nguyên tử của các nguyên tố đó.

c) So sánh tính bazơ của các hiđroxit.

Giải

a) Ta có:

$$Z_X + Z_Y + Z_Z = 39 \text{ và } Z_Y = \frac{Z_X + Z_Z}{2} \Rightarrow Z_Y = 13 \Rightarrow \text{Y là Al: [Ne]}3s^2 3p^1$$

Vì nguyên tử của 3 nguyên tố này hầu như không tác dụng với nước ở nhiệt độ thường $\Rightarrow Z_X = 12 \Rightarrow$ X là Mg: $[Ne]3s^2$ và $Z_Z = 14 \Rightarrow$ Z là Si: $[Ne]3s^2 3p^2$

Cả ba nguyên tố đều thuộc chu kì 3. Mg ở nhóm IIA, Al ở nhóm IIIA và Si ở nhóm IVA.

b) Thứ tự độ âm điện: Mg < Al < Si

Thứ tự bán kính nguyên tử: Mg > Al > Si

c) Thứ tự tính bazơ: $Mg(OH)_2 > Al(OH)_3 > Si(OH)_4 \equiv H_2SiO_3.H_2O$

Thí dụ 7: Cho bộ 4 bốn số lượng tử của electron cuối cùng trên 3 nguyên tử A, X, Z và 2 ion Y^+, T^{2+} như sau:

Nguyên tố	n	l	m_l	m_s
A	2	0	0	+ 1/2
X	3	0	0	+ 1/2
Y^+	3	1	+ 1	-1/2
Z	2	0	0	-1/2
T^{2+}	2	1	+ 1	-1/2

a) Xác định A, X, Y^+, Z, T^{2+}.

b) Trong các ion A^+, X^+, Y^+, Z^{2+}, T^{2+}, ion nào có bán kính lớn nhất? Hãy giải thích.

Giải

a) Từ dữ kiện đề ra, ta có:

Nguyên tố	Cấu hình electron phân lớp ngoài cùng	Cấu hình electron đầy đủ	Số hiệu nguyên tử (Z)	Kí hiệu hoá học
A	$..2s^1$	$[He]2s^1$	3	Li
X	$...3s^1$	$[Ne]3s^1$	11	Na
Y^+	$...3p^6$	$[Ar]$	$18 + 1 = 19$	K^+
Z	$...2s^2$	$[He]2s^2$	4	Be
T^{2+}	$....2p^6$	$[Ne]$	$10 + 2 = 12$	Mg^{2+}

b) Các ion tương ứng là: Li^+, Na^+, K^+, Be^{2+} và Mg^{2+}.

Dời các ion trên (tương ứng với các nguyên tố) về cùng nhóm và cùng chu kì, ta được:

Li^+	Be^{2+}
Na^+	Mg^{2+}
K^+	

Ta thấy: Số lớp electron tương ứng của Li^+, Na^+, K^+ tăng dần và số lớp electron tương ứng của Be^{2+}, Mg^{2+} tăng dần nên:

$r_{Li^+} < r_{Na^+} < r_{K^+}$ và $r_{Be^{2+}} < r_{Mg^{2+}}$ (1)

Mặt khác, các ion Li^+ và Be^{2+} hoặc Na^+ và Mg^{2+} có cùng số electron nhưng điện tích hạt nhân của Li^+ nhỏ hơn Be^{2+} hoặc Na^+ nhỏ hơn Mg^{2+} nên lực hút giữa hạt nhân và electron lớp ngoài cùng của Li^+ nhỏ hơn Be^{2+}, Na^+ nhỏ hơn Mg^{2+} dẫn đến $r_{Li^+} > r_{Be^{2+}}$ và $r_{Na^+} > r_{Mg^{2+}}$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ K^+ có bán kính lớn nhất.

Thí dụ 8: Hãy sắp xếp (có giải thích) các hạt vi mô cho dưới đây theo chiều giảm dần bán kính hạt:

a) Ne, Na, Na^+, Mg, Mg^{2+}, Al, Al^{3+}, F^-, O^{2-}.

b) S^{2-}, Cl^-, Ar, K^+, Ca^{2+}.

Giải

a) Ta có cấu hình electron của các nguyên tử và ion.

Na (Z = 11): $1s^22s^22p^63s^1 \Rightarrow Na^+ : 1s^22s^22p^6$

Mg (Z = 12): $1s^22s^22p^63s^2 \Rightarrow Mg^{2+} : 1s^22s^22p^6$

Al (Z = 13): $1s^22s^22p^63s^23p^1 \Rightarrow Al^{3+} : 1s^22s^22p^6$

Ne, F^-, O^{2-}: $1s^22s^22p^6$

Các nguyên tử Na, Mg, Al có cùng số lớp electron, điện tích hạt nhân tăng dần nên bán kính nguyên tử giảm dần: Na > Mg > Al

Các nguyên tử và ion: O^{2-}, F^-, Ne, Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+} có cùng số electron, điện tích hạt nhân tăng dần nên bán kính nguyên tử giảm dần:

$O^{2-} > F^- > Ne > Na^+ > Mg^{2+}$.

Mặt khác, Al có 3 lớp electron trong nguyên tử còn O^{2-} chỉ có 2 lớp electron nên bán kính của Al > O^{2-}.

Vậy, ta có thể sắp xếp theo chiều giảm dần bán kính như sau:

$Na > Mg > Al > O^{2-} > F^- > Ne > Na^+ > Mg^{2+}$

b) Tương tự như ý 1a ta cũng có thể sắp sắp theo chiều giảm dần bán kính nguyên tử của các nguyên tử và ion như sau:

$S^{2-} > Cl^- > Ar > K^+ > Ca^{2+}$.

Thí dụ 9: Tổng số proton trong hạt nhân nguyên tử X và Y là 23. Y thuộc nhóm VIA. Ở dạng đơn chất X không tác dụng trực tiếp với Cl_2. Khẳng định nào sau đây là **đúng**?

A. Công thức oxit cao nhất của X là X_2O_7.

B. Ở trạng thái cơ bản X có 1 electron độc thân.

C. Tính phi kim của X nhỏ hơn tính phi kim của Y.

D. Bán kính nguyên tử của X lớn hơn bán kính nguyên tử của Y.

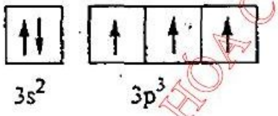
Giải

$Z_X + Z_Y = 23 \Rightarrow Z_Y < 23$. Y thuộc nhóm VIA $\Rightarrow Z_Y = 8$ hoặc $Z_Y = 16$

Nếu $Z_Y = 8$ (O) $\Rightarrow Z_X = 15$ (P) (nhận vì P phản ứng với Cl_2 tạo ra PCl_3 hoặc PCl_5)

Nếu $Z_Y = 16$ (S) $\Rightarrow Z_X = 7$ (N) (loại vì N_2 không phản ứng với Cl_2)

P(Z = 15): $1s^22s^22p^63s^23p^3$



- Ở trạng thái cơ bản P có 3 electron độc thân.
- Công thức oxit cao nhất của P là P_2O_5.
- Tính phi kim của O lớn hơn tính phi kim của P vì theo chu kì 2 tính phi kim N < O và theo nhóm VA thì tính phi kim P < N nên theo tính chất bắc cầu thì tính phi kim O > P.
- O (Z = 8): $1s^22s^22p^4$

Bán kính nguyên tử của O nhỏ hơn bán kính nguyên tử của P vì O có 2 lớp electron trong nguyên tử còn nguyên tử P có 3 lớp electron. $\Rightarrow$ Đáp án D.

Thí dụ 10: Các kim loại X, Y, Z có cấu hình electron nguyên tử lần lượt là: $1s^22s^22p^63s^1$; $1s^22s^22p^63s^2$; $1s^22s^22p^63s^23p^1$. Dãy gồm các kim loại xếp theo chiều tăng dần tính kim loại từ trái sang phải là:

A. Z, Y, X. B. Z, X, Y. C. X, Y, Z. D. Y, Z, X.

(Đề thi tuyển sinh Đại học năm 2010 - Khối A)

Giải

X (Z = 11): $1s^22s^22p^63s^1 \Rightarrow$ X là Na

Y (Z = 12): $1s^22s^22p^63s^2 \Rightarrow$ Y là Mg

Z (Z = 13): $1s^22s^22p^63s^23p^1 \Rightarrow$ Z là Al

Na, Mg, Al đều là kim loại thuộc chu kì 3

$\Rightarrow$ Tính khử tăng dần theo dãy: Al < Mg < Na hay Z < Y < X $\Rightarrow$ Đáp án A

C. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1. Ba nguyên tố A, B, C: A thuộc nhóm IIA, B thuộc nhóm IVA, C thuộc nhóm VIA; B và C cùng một chu kì và hình thành với nhau hai hợp chất. Một cháy được và một không cháy. Hợp chất hình thành từ cả ba nguyên tố này có rất nhiều trong tự nhiên và được ứng dụng nhiều trong xây dựng. Gọi tên ba nguyên tố đó.

2. Trong thành phần của một muối có ba nguyên tố A, B, C thuộc 3 chu kì liên tiếp trong bảng tuần hoàn. A đứng đầu dãy hoạt động hóa học của Bêkêtôp, B là một phi kim ở vị trí xa nhất đối với A. A và B kết hợp cho ra một muối để làm phân bón. C là nguyên tố có đặc tính làm bùng cháy một que diêm sắp tắt. Khối lượng phân tử của muối do 3 nguyên tố hợp lại là 122,5 trong đó A chiếm 31,84% về khối lượng, B chiếm 29%. Định tên và công thức của muối đó.

3. Oxit cao nhất của một nguyên tố ứng với công thức RO_3, với hiđro nó tạo thành hợp chất khí chứa 94,12% R.

a) Tìm khối lượng nguyên tử và tên nguyên tố.

b) Xác định vị trí của R trong bảng tuần hoàn.

c) Cho biết tính chất hóa học cơ bản của R.

4. Cho 5,6 gam một kim loại kiềm tác dụng với nước tạo thành một khí A, cho khí này đi qua đồng (II) oxit, đun nóng thì giải phóng 25,6 gam đồng kim loại. Gọi tên kim loại kiềm và xác định vị trí của nó trong bảng tuần hoàn.

5. Khi cho 2,7 gam một kim loại M tác dụng với oxi không khí ta thu được 5,1 gam oxit cao nhất có công thức M_2O_3.

a) Định tên kim loại M và thể tích không khí (chứa 20% thể tích O_2, còn lại là N_2) cần dùng trong phản ứng trên (đktc).

b) Viết cấu hình electron của nguyên tử M và cation M^{3+}.

c) Cho m gam kim loại M vào lượng dư dung dịch NaOH, thu được 6,72 lít H_2 (đktc). Tính giá trị của m.

6. Một nguyên tố X tạo thành hai loại oxit có công thức XO_n và XO_m lần lượt chứa 50% và 40% X về khối lượng.

a) Xác định nguyên tố X và công thức của hai oxit trên.

b) Hấp thụ hết 4,48 lít XO_n (đktc) vào dung dịch chứa 150 ml dung dịch $Ba(OH)_2$ 1M. Tính khối lượng kết tủa tạo thành khi kết thúc các phản ứng.

7. X là một nguyên tố ở chu kì 3. Hợp chất A của X và cacbon có chứa 75% X về khối lượng. Khối lượng phân tử của A là 144 gam/mol.

a) Xác định công thức phân tử của A.

b) Cho 21,6 gam A vào nước lấy dư. Tính thể tích khí thu được (đktc).

8. Người ta dùng dung dịch chứa 7,3 gam HCl thì vừa đủ để hòa tan 5,8 gam hiđroxit của kim loại A hóa trị 2.

a) Định tên của hiđroxit kim loại A.

b) Biết A có số proton bằng số nơtron và có số khối bằng với khối lượng nguyên tử trung bình. Cho biết cấu hình electron và vị trí của A trong bảng tuần hoàn.

9. Khối lượng phân tử của oxit cao nhất của một nguyên tố A bằng 44 đvC.

a) Định khối lượng nguyên tử và tên nguyên tố A.

b) Hấp thụ hết 6,72 lít (đktc) oxit cao nhất của A vào 500 ml dung dịch $Ca(OH)_2$ 0,5M. Tính khối lượng muối thu được khi kết thúc các phản ứng.

10. Hòa tan 14,2 gam một hỗn hợp gồm hai muối cacbonat của hai kim loại hóa trị 2 bằng dung dịch HCl dư, thu được 3,36 lít khí (đktc) và một dung dịch A.

a) Tính tổng số gam của hai muối clorua có trong dung dịch A.

b) Xác định tên hai kim loại nếu hai kim loại đó thuộc hai chu kì liên tiếp của nhóm IIA.

c) Tính phần trăm khối lượng của mỗi muối trong hỗn hợp ban đầu.

d) Nếu hấp thụ toàn bộ lượng khí CO_2 thu được ở trên và 1,25 lít dung dịch $Ba(OH)_2$ để thu được 19,7 gam kết tủa thì nồng độ mol của dung dịch $Ba(OH)_2$ là bao nhiêu?

11. Xét một hỗn hợp X gồm hai muối clorua của hai kim loại kiềm A và B với khối lượng nguyên tử của A nhỏ hơn B và A, B ở hai chu kì liên tiếp. Cho 1,915 gam hỗn hợp X tác dụng vừa đủ với 30 gam dung dịch $AgNO_3$, sau phản ứng ta thu được 4,305 gam kết tủa và một dung dịch D.

a) Xác định nồng độ phần trăm của dung dịch $AgNO_3$.

b) Cô cạn dung dịch D ta thu được bao nhiêu gam muối khan?

c) Định tên và khối lượng các muối clorua trong hỗn hợp X.

12. Một nguyên tố X có hai đồng vị A và B. Biết rằng tỉ số số nguyên tử A và B trong X bằng 109/91 và tổng số nơtron trong A và B bằng 4,5 lần số hiệu nguyên tử của nguyên tố ở chu kì 4 nhóm IIA. Mặt khác khi cho muối NaX tác dụng vừa đủ với 40/3 gam dung dịch $AgNO_3$ 25,5% thì thu được 3,7582 gam muối bạc (hiệu suất 100%).

a) Xác định trị số của mỗi phân tử trong A và B.

b) Viết cấu hình electron của X.

c) Xác định vị trí của X trong bảng tuần hoàn.

13. a) Cho A và B là 2 nguyên tố thuộc phân nhóm chính trong bảng tuần hoàn. Nguyên tử của A có 2 electron ở lớp ngoài cùng và hợp chất X của A với hidro có chứa 4,76% hiđro. Xác định khối lượng nguyên tử của A.

b) Nguyên tử của nguyên tố B có 7 electron ở lớp ngoài cùng. Gọi Y là hợp chất của B với hiđro. Biết rằng 16,8 gam chất X tác dụng với 200 gam dung dịch Y 14,6% thì phản ứng vừa đủ, thu được 1 khí C và dung dịch D.

- Xác định khối lượng nguyên tử của B.
- Tính nồng độ phần trăm của chất tan trong dung dịch D.

c) Cho tất cả khí C thu được qua ống đựng bột CuO dư, đun nóng. Sau khi phản ứng kết thúc, sấy khô và cân hỗn hợp còn lại trong ống, thấy khối lượng giảm mất m gam so với lượng CuO ban đầu. Tính m. Biết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn.

14. Một nguyên tố M tác dụng vừa đủ với 672 ml khí X_2 (đktc), tạo ra 3,1968 gam muối Y (hao hụt 4%). Số hiệu nguyên tử của M bằng 5/3 số khối của R. Hợp chất Z có 3 nguyên tử tạo bởi M và R tác dụng với hợp chất HX, giải phóng một khí hữu cơ T và muối Y.

a) Xác định khối lượng nguyên tử của M, X và số khối của R.

b) Viết cấu hình electron của R, X, M và xác định vị trí của chúng trong bảng tuần hoàn.

c) Cho biết tính chất hóa học cơ bản của M và R.

d) Viết công thức phân tử của Z.

c) Tính thể tích khí T (đktc) thu được khi cho 7,68 gam Z tác dụng hoàn toàn với HX.

15. Tổng số hạt proton trong hai nguyên tử của hai nguyên tố X, Y là 31. Số hạt mang điện của X nhiều hơn của Y là 14.

a) Xác định vị trí của X, Y trong bảng tuần hoàn.

b) Viết cấu hình electron của các ion bền tạo ra từ X, Y.

c) So sánh tính kim loại hoặc phi kim của X và Y. Lấy ví dụ minh hoạ.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Nguyên tử của nguyên tố X có Z = 26. Vị trí của X trong bảng tuần hoàn là

A. Chu kì 4, nhóm VIB.
B. Chu kì 4, nhóm VIIIB.
C. Chu kì 4, nhóm IIA.
D. Chu kì 3, nhóm IIB.

2. Cation M^+ có cấu hình electron là $1s^22s^22p^63s^23p^6$. Trong bảng tuần hoàn M thuộc

A. Chu kì 3, nhóm VIIA.
B. Chu kì 3, nhóm VIA.
C. Chu kì 3, nhóm IA
D. Chu kì 4, nhóm IA.

3. Anion X^- có cấu hình electron là $1s^22s^22p^63s^23p^6$. X thuộc

A. Chu kì 3, nhóm IVA.
B. Chu kì 4, nhóm IVA.
C. Chu kì 3, nhóm VIIA.
D. Chu kì 3, nhóm VIIIA.

4. A, B là 2 nguyên tố thuộc cùng 1 nhóm trong bảng tuần hoàn và thuộc hai chu kì liên tiếp. $Z_A + Z_B = 32$. Số proton trong nguyên tử A, B lần lượt là

A. 7; 25. B. 12; 20. C. 15; 17. D. 18; 14.

5. Hai nguyên tố X và Y đứng kế tiếp nhau trong một chu kì, có tổng điện tích hạt nhân là 39. Vị trí của X và Y trong bảng tuần hoàn là

A. X và Y thuộc chu kì 3, X nhóm IA, Y nhóm IIA.

B. X và Y thuộc chu kì 3, X nhóm IIA, Y nhóm IIIA.

C. X và Y thuộc chu kì 4, X nhóm VIA, Y nhóm VIIA.

D. X và Y thuộc chu kì 4, X nhóm IA, Y nhóm IIA.

6. Hỗn hợp A gồm hai kim loại X và Y thuộc hai chu kì liên tiếp của nhóm IA. Hòa tan hoàn toàn 6,2 gam hỗn hợp A vào nước, thu được 2,24 lít khí (đktc). X và Y là

A. Li và Na. B. Na và K. C. K và Rb. D. Rb và Cs.

7. Oxit cao nhất của nguyên tố R có dạng R_2O_5. Hợp chất của R với hiđro có chứa 8,82% hiđro về khối lượng. Công thức phân tử của hợp chất khí với hiđro là

A. NH_3. B. H_2S. C. PH_3. D. CH_4.

8. Có các khẳng định sau:

Trong cùng chu kì:

(1) đi từ trái sang phải các nguyên tố được sắp xếp theo chiều điện tích hạt nhân tăng dần.

(2) đi từ trái sang phải các nguyên tố được sắp xếp theo chiều khối lượng nguyên tử tăng dần.

(3) đi từ trái sang phải các nguyên tố được sắp xếp theo chiều số hiệu nguyên tử tăng dần.

(4) tất cả đều có số lớp electron bằng nhau.

(5) số electron lớp ngoài cùng đều tăng từ 1 đến 8 theo chiều tăng của điện tích hạt nhân (trừ chu kì 1).

(6) mở đầu chu kì bao giờ cũng là một kim loại kiềm và kết thúc chu kì là một khí trơ.

(7) đi từ trái sang phải bán kính nguyên tử không đổi.

Các phát biểu luôn đúng là

A. (1), (3), (4), (5). B. (1), (2), (3), (4), (5).

C. (1), (3), (5), (6). D. (2), (6), (4), (7).

9. Mệnh đề nào sau đây không đúng?

A. Nguyên tử của các nguyên tố trong cùng một nhóm A bao giờ cũng có số electron lớp ngoài cùng bằng nhau.

B. Nguyên tử của các nguyên tố trong cùng một chu kì bao giờ cũng có số lớp electron bằng nhau.

C. Các nguyên tử có 1 electron lớp ngoài cùng bao giờ cũng là nguyên tử kim loại kiềm.

D. Các nguyên tố B (Z = 5), Si (Z = 14), Br (Z = 35) đều có tính phi kim.

10. Trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, nguyên tố X ở nhóm IIA, nguyên tố Y ở nhóm VA. Công thức của hợp chất tạo thành 2 nguyên tố trên có dạng là

A. X_3Y_2 B. X_2Y_3 C. X_5Y_2 D. X_2Y_5

11. Trong một chu kỳ, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân thì

A. Độ âm điện tăng, bán kính nguyên tử giảm.

B. Tính kim loại giảm, bán kính nguyên tử tăng.

C. Tính phi kim tăng, độ âm điện giảm.

D. Tính kim loại tăng, tính phi kim giảm

12. Các nguyên tố X, Y, Z, T có số hiệu nguyên tử lần lượt là 14, 15, 16, 17. Dãy gồm các phi kim xếp theo chiều giảm tính oxi hoá từ trái sang phải là

A. T, Y, X, Z. B. T, Z, Y, X. C. Z, T, Y, X. D. X, Y, Z, T.

13. Cho các nguyên tố ${}_6C$; ${}_{14}Si$; ${}_{16}S$; ${}_{15}P$. Dãy gồm các nguyên tố được sắp xếp theo chiều giảm dần bán kính nguyên tử từ trái sang phải là

A. C, S, P, Si B. S, P, Si, C C. Si, P, S, C D. C, Si, P, S

14. Tổng số hạt proton trong hai nguyên tử của hai nguyên tố X, Y là 15. X thuộc nhóm VIA. Khẳng định nào sau đây là **đúng**?

A. Y có bán kính nguyên tử lớn hơn X.

B. Y có tính phi kim mạnh hơn X.

C. Công thức oxit cao nhất của Y là Y_2O_7.

D. Y không phản ứng trực tiếp với X.

15. Cho các nguyên tố X (Z = 11); Y(Z = 13); T(Z = 17). Nhận xét nào sau đây là đúng?

A. Các hợp chất tạo bởi X với T và Y với T đều là hợp chất ion.

B. Theo chiều X, Y, T bán kính của các nguyên tử tương ứng tăng dần.

C. Nguyên tử các nguyên tố X, Y, T ở trạng thái cơ bản đều có 1 electron độc thân.

D. Oxit và hiđroxit của X, Y, T đều là chất lưỡng tính.

16. Ở trạng thái cơ bản:

- Phân lớp electron ngoài cùng của nguyên tử nguyên tố X là np^{2n+1}.

- Tổng số electron trên các phân lớp p của nguyên tử nguyên tố Y là 7.

- Số hạt mang điện trong nguyên tử nguyên tố Z nhiều hơn số hạt mang điện trong nguyên tử nguyên tố X là 20 hạt. Nhận xét nào sau đây là **sai**?

A. Nguyên tố X và Y thuộc 2 chu kì kế tiếp.

B. Số oxi hóa cao nhất của X trong hợp chất là + 7.

C. Oxit và hiđroxit của Y có tính lưỡng tính.

D. Độ âm điện giảm dần theo thứ tự X, Y, Z.

17. Tổng số electron trên phân lớp p (ở trạng thái cơ bản) của hai nguyên tử nguyên tố X và Y là 15. X ở chu kì 3, nhóm VIA. Khi X tác dụng với Y tạo ra hợp chất Z. Nhận định **đúng** là

A. X có độ âm điện lớn hơn Y.

B. Hợp chất với hiđro của Y có tính axit mạnh.

C. Trong Z có 6 cặp electron chung.

D. Các oxit, hiđroxit của X đều có tính axit mạnh.

18. Phát biểu **không** đúng là

A. Nhóm VIIIA được gọi là nhóm khí hiếm.

B. Các nguyên tố khí hiếm hầu như không tham gia vào phản ứng hoá học ở điều kiện thường.

C. Các nguyên tử của các nguyên tố thuộc nhóm khí hiếm luôn luôn có 8e ở lớp ngoài cùng.

D. Phân tử của khí hiếm ở điều kiện bình thường chỉ có một nguyên tử.

19. Cho các phát biểu sau:

(1) Trong một nguyên tử luôn có số proton bằng số electron bằng số đơn vị điện tích hạt nhân Z.

(2) Tổng số hạt electron và proton trong một nguyên tử được gọi là số khối A.

(3) Số khối A là khối lượng tuyệt đối của nguyên tử.

(4) Số proton bằng điện tích hạt nhân.

(5) Đồng vị là các nguyên tố có cùng số proton, nhưng khác nhau về số nơtron.

Số phát biểu đúng là

A. 3 B. 4 C. 2 D. 1

20. Các nguyên tố Li (Z = 3), Na (Z = 11), K (Z = 19), Be (Z = 4) được sắp xếp theo chiều tính kim loại giảm dần là

A. Be > K > Na > Li B. K > Na > Li > Be

C. Be > Na > Li > K D. Li > Be > Na > K

21. Cho 4,6 gam kim loại kiềm tác dụng với nước dư thì thu được 2,24 lít khí (đktc). Kim loại đó là

A. Cs B. Li C. Na D. K

22. Thứ tự tăng dần tính axit của các axit là

A. $HClO_4 < H_2SO_4 < H_3PO_4 < H_2SiO_3$

B. $H_2SO_4 < HClO_4 < H_2SiO_3 < H_3PO_4$

C. $H_2SiO_3 < H_3PO_4 < H_2SO_4 < HClO_4$

D. $H_2SiO_3 < H_3PO_4 < HClO_4 < H_2SO_4$

23. Hoà tan 5,4 gam một kim loại M trong dung dịch HCl dư rồi cô cạn thì thu được 26,7 gam muối khan. Kim loại M là

A. Al B. Fe C. Cu D. Zn

24. Trong một chu kì, đi từ trái qua phải theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân thì

A. tính phi kim giảm, độ âm điện giảm, bán kính nguyên tử giảm.

B. tính phi kim tăng, độ âm điện tăng, bán kính nguyên tử giảm.

C. tính phi kim tăng, độ âm điện giảm, bán kính nguyên tử giảm.

D. tính phi kim giảm, độ âm điện tăng, bán kính nguyên tử tăng.

D. ĐÁP ÁN

1B	2D	3C	4B	5D	6B	7C	8A	9C	10A	11A	12B
13B	14A	15C	16B	17C	18C	19A	20B	21C	22C	23A	24B

E. HƯỚNG DẪN GIẢI NHANH

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1. Dễ dàng suy ra:

A là canxi (Ca); B là cacbon (C) và C là oxi (O).

2. Theo đề ra:

- A đứng đầu dãy hoạt động hóa học của Bêkêtôp nên A là kali (K).

- B là một phi kim ở vị trí xa nhất đối với A. A và B kết hợp cho ra một muối để làm phân bón nên B là nguyên tố clo (Cl).

$$2K + Cl_2 \rightarrow 2KCl$$

KCl được dùng làm phân bón (phân kali).

- C là nguyên tố có đặc tính làm bùng cháy một que diêm sắp tắt nên C là nguyên tố oxi (O).

- %C = %O = 100 - 31,84 - 29 = 39,16%

Đặt công thức tổng quát của muối là $K_xCl_yO_z$.

$$\text{Ta có: } x : y : z = \frac{\%K}{39} : \frac{\%Cl}{35,5} : \frac{\%O}{16} = \frac{38,84\%}{39} : \frac{29\%}{35,5} : \frac{39,16\%}{16} = 1:1:3$$

$\Rightarrow$ Công thức của muối viết lại thành $(KClO_3)_n$

$$\Rightarrow n = \frac{122,5}{39 + 35,5 + 3.16} = 1$$

3. a) Oxit cao nhất của nguyên tố R là $RO_3 \Rightarrow$ R thuộc nhóm VIA

$\Rightarrow$ Công thức hợp chất khí với hiđro là H_2R.

$$\text{Ta có: } \frac{R}{2 + R} = \frac{94,12}{100} \Rightarrow R = 32 \text{ (S)}$$

Vậy R là nguyên tố lưu huỳnh.

b) S (Z = 16): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

$\Rightarrow$ Vị trí của S trong bảng tuần hoàn: $\begin{cases}\text{Ô thứ 16}\\ \text{Chu kì 3}\\ \text{Nhóm VIA}\end{cases}$

c) Tính chất hóa học cơ bản của lưu huỳnh và hợp chất của nó:

- S là phi kim mạnh.
- Hóa trị cao nhất đối với oxi là VI, công thức oxit cao nhất là SO_3, công thức hidroxit tương ứng $S(OH)_6 \equiv H_2SO_4.2H_2O$
- Hóa trị đối với hiđro là 2, công thức hợp chất khí với hiđro là H_2S.
- SO_3 là oxit axit và H_2SO_4 là một axit mạnh.

4. $2M + 2H_2O \rightarrow 2MOH + H_2\uparrow$

$x \quad \rightarrow \quad 0,5x$

$H_2 + CuO \xrightarrow{t^0} Cu + H_2O$

$0,5x \quad \rightarrow \quad 0,5x$

$$\Rightarrow m_{Cu} = 64.0,5x = 25,6 \Rightarrow x = 0,8 \text{ mol} \Rightarrow M = \frac{5,6}{0,8} = 7$$

$\Rightarrow$ Kim loại kiềm là liti (Li).

Li (Z = 3): $1s^22s^1$

$\Rightarrow$ Vị trí của Li trong bảng tuần hoàn: $\begin{cases}\text{Ô thứ 3}\\ \text{Chu kì 2}\\ \text{Nhóm IA}\end{cases}$

5. a) $4M + 3O_2 \xrightarrow{t^0} 2M_2O_3$ (*)

Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$$m_M + m_{O_2} = m_{M_2O_3} \Rightarrow n_{O_2} = \frac{m_{M_2O_3} - m_M}{32} = \frac{5,1-2,7}{32} = 0,075\,\text{mol}$$

$$(*) \Rightarrow n_M = \frac{4n_{O_2}}{3} = 0,1 \text{ mol} \Rightarrow M = \frac{2,7}{0,1} = 27 \text{ gam/mol}$$

$\Rightarrow$ Kim loại M là nhôm (Al).

$\Rightarrow V_{\text{không khí}} = 5.0,075.22,4 = 8,4$ lít

b) Al (Z = 13): $1s^22s^22p^63s^23p^1 \Rightarrow Al^{3+}: 1s^22s^22p^6$

c) $2Al + 2NaOH + 6H_2O \rightarrow 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$

$0,2 \quad \leftarrow \quad 0,3$

$\Rightarrow m_{Al} = 27.0,2 = 5,4$ gam

6. a) - Với oxit XO_n:

$$\%X = \frac{M_X}{M_X + 16n} = \frac{50}{100} \Rightarrow M_X = 16n$$

Nghiệm phù hợp là n = 2 và M = 32 (S) ⇒ XO_n là SO_2

- Với oxit XO_m: $\%X = \dfrac{32}{32 + 16m} = \dfrac{40}{100} \Rightarrow m = 3 \Rightarrow XO_m$ là SO_3

b) $SO_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaSO_3\downarrow + H_2O$

$0,15 \leftarrow 0,15 \quad \rightarrow 0,15$

$\Rightarrow n_{SO_2}$ còn = 0,2 - 0,15 = 0,05 mol

$SO_2 + BaSO_3 + H_2O \rightarrow Ba(HSO_3)_2$

$0,05 \rightarrow 0,05$

$\Rightarrow n_{BaSO_3}$ còn = 0,15 - 0,05 = 0,1 mol

$\Rightarrow m_{BaSO_3} = 217.0,1 = 21,7$ gam

7. a) Đặt công thức tổng quát của A là X_nC_m. Ta có:

$$\frac{n}{m} = \frac{12.\%X}{M_X.\%C} = \frac{12.75\%}{M_X.25\%} = \frac{36}{M_X}$$

$$\Rightarrow M_X = \frac{36m}{n} \Rightarrow M_A = nM_X + 12m = 36m + 12m = 144$$

$$\Rightarrow m = 3 \Rightarrow M_X = \frac{108}{n}$$

n	1	2	3	4
M_X	108	54	36	27

Vì X thuộc chu kì 3 nên nghiệm phù hợp là n = 4 và M_X = 27 (Al)

⇒ Công thức phân tử của A là Al_4C_3.

b) $n_{Al_4C_3} = \dfrac{21,6}{144} = 0,15$ mol

$Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3\downarrow + 3CH_4\uparrow$

$0,15 \qquad \rightarrow \qquad 0,45$

$\Rightarrow V_{CH_4} = 0,45.22,4 = 10,08$ lít

8. a) $n_{HCl} = \dfrac{7,3}{36,5} = 0,2$ mol

$A(OH)_2 + 2HCl \rightarrow ACl_2 + 2H_2O$

$0,1 \quad \leftarrow 0,2$

$\Rightarrow M_A + 34 = \dfrac{5,8}{0,1} = 58 \Rightarrow M_A = 24$ (Mg)

⇒ Công thức hiđroxit là $Mg(OH)_2$.

b) $A = \overline{A}_{Mg} = M_{Mg} = 24 \Rightarrow Z_{Mg} = N_{Mg} = \frac{24}{2} = 12$

Mg (Z = 12): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

⇒ Vị trí của Mg trong bảng tuần hoàn:

$$\begin{cases} \text{Ô thứ 12} \\ \text{Chu kì 3} \\ \text{Nhóm IIA} \end{cases}$$

9. a) Đặt công thức oxit cao nhất của A là A_nO_m. ta có:

$nM_A + 16m = 44$

$\Rightarrow 16m = 44 \Rightarrow 8m < 22 \Rightarrow m < 2,75 \Rightarrow m = 1$ hoặc $m = 2$

- Nếu $m = 1 \Rightarrow nM_A = 28$. Nghiệm phù hợp là $n = 2$ và $M_A = 14$ (N)
  Loại vì N_2O không phải là công thức oxit cao nhất của nitơ.
- Nếu $m = 2 \Rightarrow nM_A = 12$. Nghiệm phù hợp là $n = 1$ và $M_A = 12$ (C)
  Nhận vì CO_2 là công thức oxit cao nhất của cacbon.

b) $n_{Ca(OH)_2} = 0,5.0,5 = 0,25$ mol

$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$

$0,25 \leftarrow 0,25 \quad \rightarrow 0,25$

$\Rightarrow n_{CO_2}$ còn $= 0,3 - 0,25 = 0,05$ mol

$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$

$0,05 \rightarrow 0,05 \quad\quad \rightarrow 0,05$

$\Rightarrow n_{CaCO_3}$ còn $= 0,25 - 0,05 = 0,2$ mol

Khối lượng muối thu được khi kết thúc các phản ứng là

$m_{CaCO_3} = 100.0,2 = 20$ gam

$m_{Ca(HCO_3)_2} = 0,05.162 = 8,1$ gam

10. a) Đặt $\overline{M}CO_3$ là công thức chung của hai muối cacbonat. Ta có:

$\overline{M}CO_3 + 2HCl \rightarrow \overline{M}Cl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$

$0,15 \leftarrow 0,3 \leftarrow 0,15 \leftarrow 0,15 \rightarrow 0,15$

Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$m_{\overline{M}CO_3} + m_{HCl} = m_{\overline{M}Cl_2} + m_{CO_2} + m_{H_2O}$

$\Rightarrow 14,2 + 36,5.0,3 = m_{\overline{M}Cl_2} + 44.0,15 + 18.0,15$

$\Rightarrow m_{\overline{M}Cl_2} = 14,2 + 36,5.0,3 - (44.0,15 + 18.0,15) = 15,85$ gam

b) $\overline{M} + 60 = \dfrac{14,2}{0,15} \Rightarrow \overline{M} = 34,667$

$\Rightarrow M_1 = 24\ (Mg) < \overline{M} = 34,667 < M_2 = 40\ (Ca)$

c) Gọi x, y lần lượt là số mol $MgCO_3$ và $CaCO_3$. Ta có hệ:

$$\begin{cases} x + y = 0,15 \\ 84x + 100y = 14,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,05\,mol \\ y = 0,1\,mol \end{cases}$$

Phần trăm khối lượng của mỗi chất trong hỗn hợp ban đầu là

$$\%m_{MgCO_3} = \frac{84.0,05.100\%}{14,2} = 29,57\%$$

$$\%m_{CaCO_3} = 100\% - 29,57\% = 70,43\%$$

d) $n_{BaCO_3} = \dfrac{19,7}{197} = 0,1$ mol $< n_{CO_2} = 0,15$ mol nên có sự tạo thành muối $Ba(HCO_3)_2$.

$CO_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3\downarrow + H_2O$

$0,1 \leftarrow 0,1 \quad \leftarrow \quad 0,1$

$2CO_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow Ba(HCO_3)_2$

$0.05 \rightarrow 0,025$

$\Rightarrow \Sigma n_{Ba(OH)_2} = 0,1 + 0,025 = 0,125$ mol

$\Rightarrow C_{Ba(OH)_2} = \dfrac{0,125}{1,25} = 0,1M$

11. a) Kết tủa thu được là AgCl $\Rightarrow n_{AgCl} = \dfrac{4,305}{143,5} = 0,03$ mol

Đặt $\overline{M}Cl$ là công thức chung của hai muối clorua của hai kim loại kiềm A và B thuộc hai chu kì liên tiếp. Ta có:

$\overline{M}Cl + AgNO_3 \rightarrow \overline{M}NO_3 + AgCl\downarrow$

$0,03 \leftarrow 0,03 \quad \leftarrow \quad 0,03$

$\Rightarrow n_{AgNO_3} = 0,03$ mol $\Rightarrow C\%_{AgNO_3} = \dfrac{0,03.170.100\%}{30} = 17\%$

b) Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$m_{\overline{M}Cl} + m_{AgNO_3} = m_{\overline{M}NO_3} + m_{AgCl}$

$\Rightarrow m_{\overline{M}NO_3} = m_{\overline{M}Cl} + m_{AgNO_3} - m_{AgCl} = 1,915 + 170.0,03 - 4,305 = 2,71$ gam

c) $\overline{M} + 35,5 = \dfrac{1,915}{0,03} \Rightarrow \overline{M} = 28,33$

$\Rightarrow M_1 = 23\ (Na) < \overline{M} = 28,33 < M_2 = 39\ (K)$

12. a) $n_{AgNO_3} = \dfrac{40.25,5}{3.100.170} = 0,02$ mol

$NaX + AgNO_3 \rightarrow NaNO_3 + AgX\downarrow$

$0,02 \rightarrow 0,02$

$\Rightarrow M_{muối} = 108 + M_X = \dfrac{3,7582}{0,02} \Rightarrow M_X = 79,91$ (Br)

$\Rightarrow M_X = \dfrac{109A + 91B}{109 + 91} = 79,91 \Rightarrow 109A + 91B = 15982$ (1)

Vì X là brom nên $Z_A = Z_B = 35$

(1) $\Rightarrow 109(35 + N_A) + 91(35 + N_B) = 15982$

$\Rightarrow 109N_A + 91N_B = 8982$ (2)

Nguyên tố thuộc chu kì 4 nhóm IIA là canxi (Ca) $\Rightarrow Z_{Ca} = 20$

$\Rightarrow N_A + N_B = 4,5Z_{Ca} = 90$ (3)

Giải hệ (2) và (3) ta được: $\begin{cases} N_A = 44 \\ N_B = 46 \end{cases} \Rightarrow A = 44 + 35 = 79; B = 35 + 46 = 81.$

Vậy A là $^{79}_{35}Br$ và B là $^{81}_{35}Br$

b) Cấu hình electron:

Br (Z = 35): $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^5$

c) Vị trí của X trong bảng tuần hoàn: $\begin{cases} \text{Ô thứ 35} \\ \text{Chu kì 4} \\ \text{Nhóm VIIA} \end{cases}$

13. a) Nguyên tử A có 2 electron lớp ngoài cùng $\Rightarrow$ A thuộc nhóm IIA

$\Rightarrow$ Hợp chất X của A với hiđro có dạng AH_2.

$\%H = \dfrac{2}{M_A + 2} = \dfrac{4,76}{100} \Rightarrow M_A = 40$ (Ca)

b) $n_{CaH_2} = \dfrac{16,8}{42} = 0,4$ mol

Nguyên tử B có 7 electron lớp ngoài cùng $\Rightarrow$ B thuộc nhóm VIIA

$\Rightarrow$ Hợp chất Y có dạng HB

$CaH_2 + 2HB \rightarrow CaB_2 + 2H_2\uparrow$

$0,4 \rightarrow 0,8 \rightarrow 0,4 \rightarrow 0,8$

$\Rightarrow m_{HB} = (1 + M_B).0,4 = \dfrac{200.14,6}{100} \Rightarrow M_B = 35,5$ (Cl)

Dung dịch D là dung dịch $CaCl_2$.

$\Rightarrow m_{dd\,CaCl_2} = m_{CaH_2} + m_{dd\,HCl} - m_{H_2} = 16{,}8 + 200 - 2.0{,}8 = 215{,}2$ gam

$$\Rightarrow C\%_{CaCl_2} = \frac{111.0{,}4.100\%}{215{,}2} = 20{,}63\%$$

c) $CuO + H_2 \xrightarrow{t^0} Cu + H_2O$

$0{,}8 \leftarrow 0{,}8 \quad \rightarrow 0{,}8$

$\Rightarrow \Delta m$ giảm = m_{CuO} phản ứng - m_{Cu} = 16.0,8 = 12,8 gam

14. a) $2M + nX_2 \rightarrow 2MX_n$

$$0{,}03 \rightarrow \frac{0{,}06}{n}$$

$$\Rightarrow m_Y = (M + nX).\frac{0{,}06}{n} = \frac{3{,}1968.100}{96} \Rightarrow M + nX = 55{,}5n$$

Nếu n = 1 $\Rightarrow$ M + X = 55,5 $\Rightarrow$ X = 35,5 (Cl) và M = 20 (loại)

Nếu n = 2 $\Rightarrow$ M + 2X = 111 $\Rightarrow$ X = 35,5 (Cl) và M = 40 (Ca)

Nếu n = 3 $\Rightarrow$ M + 3X = 166,5 $\Rightarrow$ X = 35,5 (Cl) và M = 60 (loại)

Số hiệu nguyên tử của M bằng 5/3 số khối của R nên

$$A_R = \frac{3Z_M}{5} = \frac{3.20}{5} = 12 \Rightarrow \text{R là cacbon (C)}$$

b) Cấu hình electron và vị trí trong bảng tuần hoàn:

Nguyên tố	Cấu hình electron	Vị trí
Ca (Z = 20)	$1s^22s^22p^63s^23p^64s^2$	$\begin{cases}\text{Ô thứ 20}\\ \text{Chu kì 4}\\ \text{Nhóm IIA}\end{cases}$
Cl (Z = 17)	$1s^22s^22p^63s^23p^5$	$\begin{cases}\text{Ô thứ 17}\\ \text{Chu kì 3}\\ \text{Nhóm VIIA}\end{cases}$
C (Z = 6)	$1s^22s^22p^2$	$\begin{cases}\text{Ô thứ 6}\\ \text{Chu kì 2}\\ \text{Nhóm IVA}\end{cases}$

c) • Tính chất hóa học cơ bản của canxi:

- Canxi là một kim loại mạnh.
- Hóa trị cao nhất đối với oxi là 2, công thức oxit cao nhất là CaO, công thức hidroxit tương ứng là $Ca(OH)_2$.
- CaO là oxit bazơ, dung dịch $Ca(OH)_2$ là một bazơ kiềm.

- Tính chất hóa học cơ bản của cacbon

- Cacbon là một phi kim.

- Hóa trị cao nhất đối với oxi là 4, công thức oxit cao nhất là CO_2, công thức hiđroxit tương ứng là $C(OH)_4 \equiv H_2CO_3.H_2O$

- Hóa trị đối với hiđro là 4, công thức hợp chất khí với hiđro là CH_4.

- CO_2 là oxit axit, H_2CO_3 là axit yếu.

d) Hợp chất Z có 3 nguyên tử tạo bởi Ca và C tác dụng với hợp chất HCl, giải phóng một khí hữu cơ T và muối Y ⇒ Z là CaC_2

$$CaC_2 + 2HCl \rightarrow \underset{(Y)}{CaCl_2} + \underset{(T)}{C_2H_2}\uparrow$$

e) $n_{C_2H_2} = n_{CaC_2} = \dfrac{7,68}{40 + 24} = 0,12 \text{ mol} \Rightarrow V_{C_2H_2} = 0,12.22,4 = 2,688$ lít

15. a) Gọi Z_X, Z_Y lần lượt là số proton trong nguyên tử của hai nguyên tố X, Y.

Theo đề ra, ta có hệ: $\begin{cases} Z_X + Z_Y = 31 \\ 2Z_X - 2Z_Y = 14 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_X = 19\,(K) \\ Z_Y = 12\,(Mg) \end{cases}$

Vị trí của X, Y trong bảng tuần hoàn:

- K (Z = 19): $1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$

$$\begin{cases} \text{Ô thứ 19} \\ \text{Chu kì 4} \\ \text{Nhóm IA} \end{cases}$$

- Mg (Z = 12): $1s^22s^22p^63s^2$

$$\begin{cases} \text{Ô thứ 12} \\ \text{Chu kì 3} \\ \text{Nhóm IIA} \end{cases}$$

b) K có 1 electron ngoài cùng nên có khuynh hướng nhường 1 electron này để tạo ra cation K^+ có cấu trúc electron bền vững của argon (Ar) đứng trước.

$K^+: 1s^22s^22p^63s^23p^6$

Tương tự như K thì Mg cũng có khuynh hướng nhường đi 2 electron lớp ngoài cùng để có cấu hình bền vững của khí hiếm neon (Ne).

$Mg^{2+}: 1s^22s^22p^6$

c) Tính kim loại: K > Mg

Giải thích:

Theo chu kì 2: Tính kim loại Mg < Na (1)

Theo nhóm IA: Tính kim loại K > Na (2)

Từ (1) và (2) ⇒ Tính kim loại Mg < K

- K phản ứng mãnh liệt với H_2O ở nhiệt độ thường

$$K + H_2O \rightarrow KOH + \frac{1}{2}H_2\uparrow$$

KOH là một bazơ rất mạnh (bazơ kiềm)

- Mg chỉ phản ứng với H_2O ở nhiệt độ từ 80^0C trở lên

$$Mg + H_2O \xrightarrow{80^0C} MgO + H_2$$

$Mg(OH)_2$ là một bazơ yếu.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Chọn B

Fe (Z = 26): $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^6$ (mức năng lượng các AO)

$\Rightarrow$ Cấu hình electron: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$

$$\Rightarrow \text{Vị trí Fe trong bảng tuần hoàn: } \begin{cases} \text{Ô thứ 26} \\ \text{Chu kì 4} \\ \text{Nhóm VIIIB} \end{cases}$$

2. Chọn D

$M^+ : 1s^22s^22p^63s^23p^6 \Rightarrow M: 1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$

$$\Rightarrow \text{Vị trí của M trong bảng tuần hoàn: } \begin{cases} \text{Ô thứ 19} \\ \text{Chu kì 4} \\ \text{Nhóm IA} \end{cases}$$

3. Chọn C

$X^- : 1s^22s^22p^63s^23p^6 \Rightarrow X: 1s^22s^22p^63s^23p^5$

$$\Rightarrow \text{Vị trí của X trong bảng tuần hoàn: } \begin{cases} \text{Ô thứ 17} \\ \text{Chu kì 3} \\ \text{Nhóm VIIA} \end{cases}$$

4. Chọn B

$$\text{Theo đề ra, ta có hệ: } \begin{cases} Z_A + Z_B = 32 \\ Z_B - Z_A = 8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_A = 12\,(Mg) \\ Z_B = 20\,(Ca) \end{cases}$$

5. Chọn D

$$\text{Theo đề ra, ta có hệ: } \begin{cases} Z_X + Z_Y = 39 \\ Z_Y - Z_X = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_X = 19\,(K) \\ Z_Y = 20\,(Ca) \end{cases}$$

Cấu hình electron: K (Z = 19): $1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$

Ca (Z = 20): $1s^22s^22p^63s^23p^64s^2$

Vị trí trong bảng tuần hoàn: $K: \begin{cases} \text{Ô thứ 19} \\ \text{Chu kì 4} \\ \text{Nhóm IA} \end{cases}$ $Ca: \begin{cases} \text{Ô thứ 20} \\ \text{Chu kì 4} \\ \text{Nhóm IIA} \end{cases}$

6. Chọn B

Đặt $\overline{M}$ là kim loại trung bình của hai kim loại kiềm. Ta có:

$$2\overline{M} + 2H_2O \rightarrow 2\overline{M}OH + H_2\uparrow$$

$$0{,}2 \qquad \leftarrow \qquad 0{,}1$$

$$\Rightarrow \overline{M} = \frac{6{,}2}{0{,}2} = 31 \text{ gam/mol} \Rightarrow M_1 = 23\ (Na) < \overline{M} = 31 < M_2 = 39\ (K)$$

7. Chọn C

Oxit cao nhất của nguyên tố R có dạng $R_2O_5 \Rightarrow$ R thuộc nhóm VA

$\Rightarrow$ Công thức hợp chất khí với hiđro của R là RH_3.

Ta có: $\%H = \frac{3}{R+3} = \frac{8,82}{100} \Rightarrow R = 31\ (P)$

$\Rightarrow RH_3$ là PH_3.

8. Chọn A

Các phát biểu (1), (3), (4), (5) luôn đúng.

9. Chọn C

Vì H có 1 electron lớp ngoài cùng nhưng không phải là kim loại kiềm.

10. Chọn A

X ở nhóm IIA $\Rightarrow$ X là kim loại có hoá trị II

Y ở nhóm VA $\Rightarrow$ Y là phi kim có hoá trị III

$\Rightarrow$ Hợp chất giữa X và Y có dạng X_3Y_2

11. Chọn A

Trong một chu kì, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân thì độ âm điện tăng, bán kính nguyên tử giảm.

12. Chọn B

Các phi kim trên đều thuộc chu kì 3

$\Rightarrow$ Tính oxi hoá giảm theo chiều giảm số hiệu nguyên tử

13. Chọn B

Dễ thấy S có bán kính nhỏ nhất và C có bán kính nhỏ nhất

14. Chọn A

$Z_X + Z_Y = 15 \Rightarrow Z_X < 15$

Mà X thuộc nhóm VIA $\Rightarrow Z_X = 8\ (O) \Rightarrow Z_Y = 7\ (N)$

A. Công thức oxit cao nhất của N là N_2O_5.

B. N có tính phi kim yếu hơn O.

C. N phản ứng trực tiếp được với O.

$$N_2 + O_2 \xrightarrow{t^0\ cao} 2NO$$

D. N có bán kính nguyên tử lớn hơn O

16. Chọn B

• Xác định X: $2n + 1 < 6 \Rightarrow n < 2,5 \Rightarrow n = 2$ (loại n = 1 vì lớp K (n = 1) không có phân lớp p)

$\Rightarrow$ Cấu hình electron đầy đủ của X: $1s^22s^22p^5 \Rightarrow Z_X = 9$ (F)

• Xác định Y: Tổng số electron trên các phân lớp p của nguyên tử nguyên tố Y là 7

$\Rightarrow$ Cấu hình electron của Y: $1s^22s^22p^63s^23p^1 \Rightarrow Z_Y = 13$ (Al)

• Xác định Z: $2Z_Z - 2Z_X = 20 \Rightarrow Z_Z - Z_X = 10 \Rightarrow Z_Z = 10 + Z_X = 19$ (K)

Vậy:

- X, Y thuộc hai chu kì liên tiếp (A đúng).
- Trong các hợp chất thì X chỉ có duy nhất số oxi hóa là -1 (B sai)
- Al_2O_3 và $Al(OH)_3$ đều có tính lưỡng tính (C đúng).
- Độ âm điện giảm giảm theo thứ tự: F, Al, K (D đúng).

17. Chọn C

X ở chu kì 3, nhóm VIA

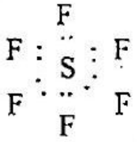
$\Rightarrow$ Cấu hình electron đầy đủ của X: $1s^22s^22p^63s^23p^4 \Rightarrow Z_X = 16$ (S)

$\Rightarrow$ Số electron trên phân lớp p của Y = 15 - 10 = 5 ($-2p^5$)

$\Rightarrow$ Cấu hình electron đầy đủ của Y: $1s^22s^22p^5 \Rightarrow Z_Y = 9$ (F).

$S + 3F_2 \rightarrow SF_6$

$\Rightarrow$ Công thức electron:



- $\chi_S = 2,58 < \chi_F = 3,98$
- Hợp chất với hiđro của Y là HF có tính axit trung bình ($k_a = 10^{-2}$).
- SO_2, H_2SO_3 có tính axit yếu. SO_3 và H_2SO_4 có tính axit mạnh.

18. Chọn C

He là khí hiếm thuộc nhóm VIIIA nhưng chỉ có 2 electron lớp ngoài cùng.

19. Chọn A

Bao gồm các phát biểu (1), (4), (5).

20. Chọn B

Xét theo nhóm IA thì tính kim loại: K > Na > Li

Xét theo chu kì 2 thì tính kim loại: Li > Be

⇒ Tính kim loại giảm dần theo dãy: K > Na > Li > Be

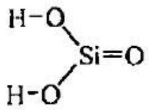
21. Chọn C

$$\begin{array}{l} 2M + 2H_2O \rightarrow 2MOH + H_2\uparrow \\ 0{,}2 \qquad \leftarrow \qquad\qquad 0{,}1 \end{array}$$

$\Rightarrow M = \dfrac{4{,}6}{0{,}2} = 23$ gam/mol ⇒ M là kim loại Na

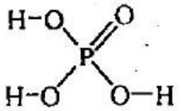
22. Chọn C

Vì độ âm điện của các nguyên tử trung tâm tăng dần từ Si đến Cl nên đã làm tăng độ phân cực của liên kết O–H. Ngoài ra, số nguyên tử oxi không liên kết với hiđro cũng tăng dần từ H_2SiO_3 và H_3PO_4 (có 1 nguyên tử oxi không hiđroxi) đến $HClO_4$ (có ba nguyên tử oxi không hiđroxi) cũng đã làm tăng độ phân cực của liên kết O–H. Kết quả là tính axit tăng dần theo dãy:



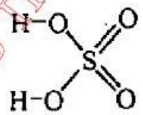
Axit yếu

<



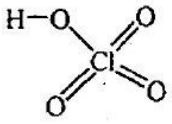
Axit trung bình

<



Axit mạnh

<



Axit rất mạnh

23. Chọn A

$$M + nHCl \rightarrow MCl_n + \frac{n}{2}H_2\uparrow$$

$$x \qquad \rightarrow \quad x$$

$$\begin{cases} Mx = 5{,}4 \\ (M + 35{,}5n)x = 26{,}7 \end{cases} \Rightarrow \frac{M}{n} = \frac{5{,}4}{0{,}6} = 9 \Rightarrow M = 9n$$

Nghiệm phù hợp là n = 3 và M = 27 (Al)

O CHƯƠNG III

LIÊN KẾT HÓA HỌC

A. LÍ THUYẾT CƠ BẢN VÀ NÂNG CAO

I. KHÁI QUÁT VỀ PHÂN TỬ VÀ LIÊN KẾT

1. Khái niệm

Phân tử gồm một số có giới hạn các nguyên tử và các electron tương tác với nhau và được phân bố một cách xác định trong không gian tạo thành một cấu trúc thống nhất bền vững.

Giữa các phân tử có 1 tương tác chủ yếu được gọi là tương tác Vandevan, vì vậy tuỳ nhiệt độ và ánh sáng các phân tử chẳng những tồn tại ở trạng thái khí phân tán mà còn tồn tại ở trạng thái ngưng tụ: Rắn, lỏng.

Liên kết hoá học là sự kết hợp giữa các nguyên tử tạo thành phân tử hay tinh thể bền vững hơn.

2. Quy tắc bát tử (8 electron)

Nguyên tử của các nguyên tố có khuynh hướng liên kết với các nguyên tử khác để đạt được cấu hình electron vững bền của các khí hiếm với 8 electron (hoặc 2 đối với heli) ở lớp ngoài cùng.

Với quy tắc bát tử, người ta có thể giải thích một cách định tính sự hình thành các loại liên kết trong phân tử, đặc biệt là cách viết công thức cấu tạo trong các hợp chất thông thường.

Vì phân tử là một hệ phức tạp nên nhiều trường hợp quy tắc bát tử tỏ ra không đầy đủ. *Ví dụ:* PCl_5, BeH_2, LiCl, NO, NO_2....

II. LIÊN KẾT ION

1. Sự hình thành ion

a) Ion

Nguyên tử trung hoà về điện vì số proton bằng số electron. Trong phản ứng hoá học, nếu nguyên tử mất bớt hoặc thu thêm electron, nó sẽ trở thành phần tử mang điện tích dương hoặc âm. *Nguyên tử hoặc nhóm nguyên tử mang điện được gọi là ion.*

• Ion dương (hay cation):

Ion mang điện tích dương được gọi là *ion dương hay cation*. Thí dụ:

$Na \rightarrow Na^{+} + 1e$

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$

Người ta gọi tên cation kim loại bằng cách đặt trước tên kim loại từ cation.

Thí dụ: Li^+: Cation liti; Mg^{2+}: Cation magie; Al^{3+}: Cation nhôm; Cu^+: Cation đồng I; Cu^{2+}: Cation đồng II;....

- *Ion âm (hay anion):*

Ion mang điện tích âm được gọi là *ion âm hay anion*. Thí dụ:

$Cl + 1e \rightarrow Cl^-$

$O + 2e \rightarrow O^{2-}$

$S + 2e \rightarrow S^{2-}$

Người ta thường gọi tên các anion bằng tên gốc axit tương ứng. Thí dụ:

F^- : Ion florua; Cl^- : Ion clorua; S^{2-} : Ion sunfua. Ion O^{2-} được gọi là ion oxit.

b) Ion đơn nguyên tử và ion đa nguyên tử

Ion đơn nguyên tử là ion được tạo nên từ một nguyên tử. Thí dụ: Li^+, Al^{3+}, Ca^{2+}, Br^-,....

Ion đa nguyên tử là ion được tạo nên từ nhiều nguyên tử liên kết với nhau để thành một nhóm nguyên tử mang điện tích dương hay âm. Thí dụ: Ion amoni (NH_4^+), ion nitrat (NO_3^-), ion sunfat (SO_4^{2-}), ion đihiđro photphat ($H_2PO_4^-$),...

2. Liên kết ion

Là liên kết được tạo thành do lực hút tĩnh điện giữa các ion mang điện tích trái dấu.

- Trong phân tử nếu cặp electron chung bị *lệch hẳn* về phía một nguyên tử ta sẽ có liên kết ion.

- Liên kết ion thường được hình thành giữa kim loại điển hình và phi kim điển hình.

- Liên kết A - B là liên kết ion ↔ Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi = |\chi_A - \chi_B| > 1,7$.

Khi đó A sẽ *nhường hẳn* electron hóa trị cho B để trở thành các ion trái dấu. Thí dụ: Liên kết $Na^+ Cl^-$ là liên kết ion vì trong quá trình hình thành liên kết Na đã nhường 1 electron hóa trị cho Cl để trở thành các ion Na^+ và Cl^-.

$$\begin{array}{ccccccc} Na & + & Cl & \rightarrow & Na^+ & + & Cl^- \\ 1s^22s^22p^63s^1 & & 1s^22s^22p^63s^23p^5 & & 1s^22s^22p^6 & & 1s^22s^22p^63s^23p^6 \end{array}$$

Hai ion được tạo thành mang điện tích trái dấu hút nhau bằng lực hút tĩnh điện, tạo nên phân tử NaCl.

$Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$

3. Tinh thể và mạng tinh thể ion

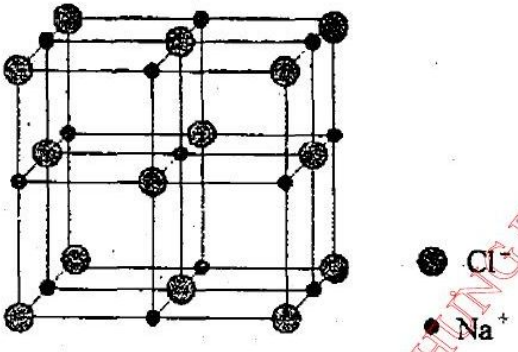
a) Khái niệm về tinh thể.

Tinh thể được cấu tạo từ những nguyên tử, hoặc ion, hoặc phân tử. Các hạt này sắp xếp một cách đều đặn, tuần hoàn theo một trật tự nhất định trong không gian tạo thành mạng tinh thể. Các tinh thể thường có hình dạng không gian xác định.

b) Mạng tinh thể ion

Xét mạng tinh thể NaCl:

Mạng tinh thể NaCl có cấu trúc hình lập phương. Các ion Na^+ và Cl^- nằm ở các nút mạng tinh thể một cách luân phiên. Trong tinh thể NaCl, cứ một ion Na^+ được bao quanh bởi 6 ion Cl^-. Ngược lại, một ion Cl^- được bao quanh bởi 6 ion Na^+.



Mô hình mạng tinh thể NaCl

Tinh thể NaCl được tạo bởi rất nhiều ion Na^+ và Cl^-, không có phân tử NaCl riêng biệt. Tuy vậy, để đơn giản người ta chỉ viết NaCl. Tương tự đối với các hợp chất ion khác như: KCl, $MgCl_2$,....

c) Tính chất chung của hợp chất ion

Ở điều kiện thường, các hợp chất ion thường tồn tại ở dạng tinh thể, có tính bền vững, thường có nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi khá cao. Các hợp chất ion chỉ tồn tại ở dạng phân tử riêng rẽ khi chúng ở trạng thái hơi.

Các hợp chất ion thường tan nhiều trong nước. Khi nóng chảy và khi hoà tan trong nước chúng dẫn điện, còn trạng thái rắn thì không dẫn điện.

III. LIÊN KẾT CỘNG HÓA TRỊ

1. Liên kết cộng hoá trị

Liên kết cộng hoá trị là liên kết được hình thành bằng một hay nhiều cặp electron chung.

Mỗi cặp electron chung tạo nên một liên kết cộng hóa trị.

- Liên kết cộng hóa trị thường được hình thành từ hai nguyên tử phi kim có độ âm điện bằng nhau hoặc chênh lệch nhau không nhiều ($0 \leq \Delta\chi < 1,7$).

Dựa vào vị trí của cặp electron liên kết mà người ta phân ra làm hai loại:

- ***Liên kết cộng hoá trị không cực***

Là liên kết xảy ra trong các đơn chất như H_2, O_2, Cl_2, N_2, Br_2, ...

Cặp electron chung không bị lệch về nguyên tử của nguyên tố nào. Do đó, liên kết trong phân tử đó không bị phân cực. Đó là liên kết cộng hóa trị *không có cực*.

Thí dụ: Sự hình thành liên kết cộng hóa trị không có cực trong phân tử H_2 có thể biểu diễn như sau:

$$H\cdot + \cdot H \rightarrow H:H \rightarrow H-H$$

Công thức electron *Công thức cấu tạo*

• ***Liên kết cộng hoá trị có cực***

Liên kết cộng hóa trị trong đó cặp electron chung bị lệch về phía một nguyên tử (có giá trị độ âm điện lớn hơn), thì đó là liên kết *cộng hóa trị có cực*. Thí dụ: Sự hình thành liên kết cộng hóa trị có cực trong phân tử HCl có thể biểu diễn như sau:

$$H\cdot \;+\; \cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \rightarrow H:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \rightarrow H-Cl$$

Công thức electron *Công thức cấu tạo*

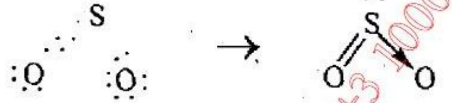
Quy ước: $0 \le \Delta\chi < 0,4 \Rightarrow$ Liên kết cộng hóa trị không có cực.

$0,4 \le \Delta\chi < 1,7 \Rightarrow$ Liên kết cộng hóa trị có cực.

2. Liên kết cho - nhận (trường hợp đặc biệt của liên kết cộng hóa trị)

Trong một số trường hợp cặp electron chung chỉ do một nguyên tử của nguyên tố đóng góp thì liên kết giữa hai nguyên tử là *liên kết cho - nhận*. Thí dụ:

Cộng thức electron và công thức cấu tạo của phân tử SO_2 có thể biểu điễn như sau:



Công thức electron *Công thức cấu tạo*

3. Liên kết kim loại

Liên kết kim loại là liên kết được hình thành giữa các nguyên tử và ion kim loại trong mạng tinh thể do sự tham gia của các electron tự do. Thí dụ:

Trong tinh thể kim loại Na, ion Na^+ và nguyên tử Na nằm ở những nút của mạng tinh thể, Các electron hóa trị liên kết yếu với hạt nhân nên dễ tách khỏi nguyên tử và chuyển động tự do trong mạng tinh thể. Lực hút gĩa các electron này với các ion Na^+ tạo nên liên kết kim loại.

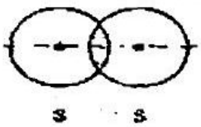
4. Liên kết sigma (δ)

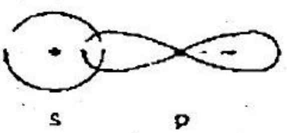
Sự xen phủ trong đó trục các obitan tham gia liên kết trùng với đường nối tâm của hai nguyên tử liên kết gọi là sự xen phủ trục.

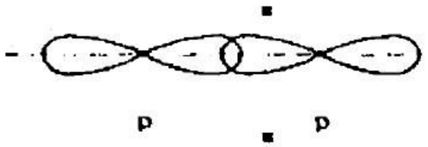
Liên kết δ được hình thành do sự xen phủ trục của hai obitan.

Độ bền liên kết δ theo thứ tự:

$$\delta_{ns-ns} < \delta_{ns-np} < \delta_{np-np}$$



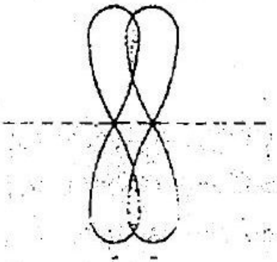




5. Liên kết pi (π)

Sự xen phủ trong đó trục của các obitan tham gia liên kết song song với nhau và vuông góc với đường nối tâm của hai nguyên tử liên kết được gọi là sự xen phủ bên.

Liên kết π được hình thành do sự xen phủ bên của hai obitan.



6. Tính chất của các chất có liên kết cộng hoá trị

Các chất mà phân tử có liên kết cộng hoá trị có thể là chất rắn như đường, lưu huỳnh, iot,..., có thể là chất lỏng như: Nước, ancol,... hoặc chất khí như khí cacbonic, clo, hidro,... Các chất có cực như ancol etylic, đường,... tan nhiều trong dung môi có cực như nước. Phần lớn các chất không cực như iot, các chất hữu cơ không cực tan trong dung môi không cực như benzen, cacbon tetraclorua,... Nói chung, các chất chỉ có liên kết cộng hoá trị không cực không dẫn điện ở mọi trạng thái.

IV. ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA LIÊN KẾT HÓA HỌC

1. Năng lượng liên kết

• *Năng lượng liên kết:* Là năng lượng cần tiêu tốn để phá vỡ liên kết chuyển hai nguyên tử đó sang trạng thái cô lập xa vô hạn. Kí hiệu D hoặc E hoặc ΔH.

Đơn vị: Đơn vị của năng lượng liên kết có thể tính theo eV/phân tử hay $KJ.mol^{-1}$ hay $Kcal.mol^{-1}$.

$1 \text{ eV} = 4{,}336.10^{-8} \text{ Kcal.mol}^{-1}$; $1 \text{ Kcal} = 4{,}184 \text{ KJ}$

Năng lượng liên kết đặc trưng cho độ bền của liên kết, năng lượng liên kết càng lớn thì liên kết càng bền.

• *Năng lượng phân tử:* Là năng lượng cần thiết để phá vỡ 1 liên kết hoá học, tách phân tử thành các nguyên tố. Thí dụ:

$HCl \rightarrow H + Cl \qquad E_{lk} = 431 \text{ KJ.mol}^{-1}; \qquad E_{pl} = -431 \text{ KJ.mol}^{-1}$

• *Quá trình phát nhiệt và thu nhiệt:*

Quá trình tạo thành liên kết từ các nguyên tử là quá trình phát nhiệt

Quá trình phá vỡ liên kết trong phân tử là quá trình thu nhiệt

2. Bậc của liên kết

Là số mối liên kết được hình thành giữa hai nguyên tử (liên kết đơn, liên kết đôi, liên kết ba)

Bậc 1 chỉ một liên kết giữa hai nguyên tử như Cl - Cl, H - H, Br - Br,...

Bậc 2 chỉ hai liên kết giữa hai nguyên tử như O = O, $CH_2=CH_2$,...

Bậc 3 chỉ ba liên kết giữa hai nguyên tử như N ≡ N, CH≡CH,...

Bậc 4 chỉ bốn liên kết giữa hai nguyên tử như O = C = O,...

3. Độ dài liên kết

Khoảng cách giữa hai hạt nhân của 2 nguyên tử liên kết trực tiếp với nhau gọi là độ dài liên kết. Đơn vị Å (1Å $= 10^{-8}$ cm).

Giữa 2 phân tử xác định thì độ dài liên kết giảm khi bậc liên kết cũng như năng lượng liên kết tăng.

4. Góc liên kết (hay góc hoá trị)

Là góc tạo bởi 2 nửa đường thẳng xuất phát từ hạt nhân của 1 nguyên tử và đi qua hai hạt nhân của hai nguyên tử khác liên kết trực tiếp với nguyên tử đó.

V. HÓA TRỊ CỦA CÁC NGUYÊN TỐ

1. Định nghĩa

Là một đại lượng đặc trưng cho khả năng liên kết của các nguyên tử với nhau.

2. Electron hoá trị

Là những electron ở lớp vỏ ngoài cùng, có khả năng tham gia sự tạo thành liên kết hoá học.

3. Hoá trị trong hợp chất ion

Khái niệm về điện hóa trị: Hoá trị của một nguyên tố trong hợp chất ion gọi là điện hoá trị và bằng điện tích của ion đó.

Cách xác định điện hóa trị: Trị số điện hoá của một nguyên tố bằng đúng số electron mà nguyên tử của một nguyên tố nhường hoặc thu để tạo thành ion. Thí dụ: Trong phân tử NaCl, natri có điện hóa trị 1 + , clo có điện hóa trị 1 -.

4. Hoá trị trong hợp chất cộng hóa trị

Khái niệm về cộng hóa trị: Hoá trị của một nguyên tố trong hợp chất cộng hoá trị gọi là cộng hoá trị và bằng số liên kết mà nguyên tử của nguyên tố đó tạo ra được với các nguyên tử khác trong phân tử.

Cách xác định cộng hóa trị: Cộng hoá trị của một nguyên tố bằng số liên kết mà nguyên tử của nguyên tố đó tạo ra được với nguyên tử của nguyên tố khác trong phân tử. Thí dụ: Trong phân tử H_2O, H – O – H, nguyên tố H có cộng hóa trị 1, nguyên tố oxi có cộng hóa trị 2.

VI. THUYẾT LIÊN KẾT HÓA TRỊ VÀ THUYẾT LAI HÓA, SỰ HÌNH THÀNH LIÊN KẾT ĐÔI VÀ LIÊN KẾT BA

1. Thuyết liên kết hoá trị (gọi tắt là thuyết VB)

Một trong những luận điểm cơ bản của thuyết này là: Mỗi liên kết hoá học giữa hai nguyên tử được đảm bảo bởi một đôi electron có spin đối song do hai nguyên tử đó góp chung. Dựa vào quan điểm này, Hailơ-Lonđơn đã giải thích được một cách định lượng liên kết hoá học trong phân tử hiđro H_2.

Tuy nhiên, khi mở rộng việc áp dụng kết quả đó để giải thích liên kết hoá học trong các hệ khác thì kết quả không phù hợp. Chẳng hạn phân tử H_2O. Thực nghiệm đo được góc liên kết HOH bằng $104,5^0$. Nếu giả thiết rằng trong H_2O, nguyên tử oxi đưa ra 2 obitan p xen phủ với 2 obitan 1s của 2 nguyên tử hiđro thì góc liên kết đó phải là 90^0C. Rõ ràng sự giải thích đó không phù hợp với thực nghiệm. Nguyên nhân có thể là ở chỗ: Kết quả thu được với H_2 là kết quả của một trường hợp đơn giản nhất, vì H có cấu hình electron $1s^1$. Trong H_2 có sự xen phủ $2AO_{1s}$ tạo liên kết. Trường hợp H_2O thì O có AO_{2p} khác xa về nhiều mặt với AO_{1s}.

Để áp dụng được thuyết VB cho các hệ khác H_2, có các luận điểm hay thuyết được bổ sung vào thuyết VB. Thuyết lai hoá là một trong số các thuyết đó.

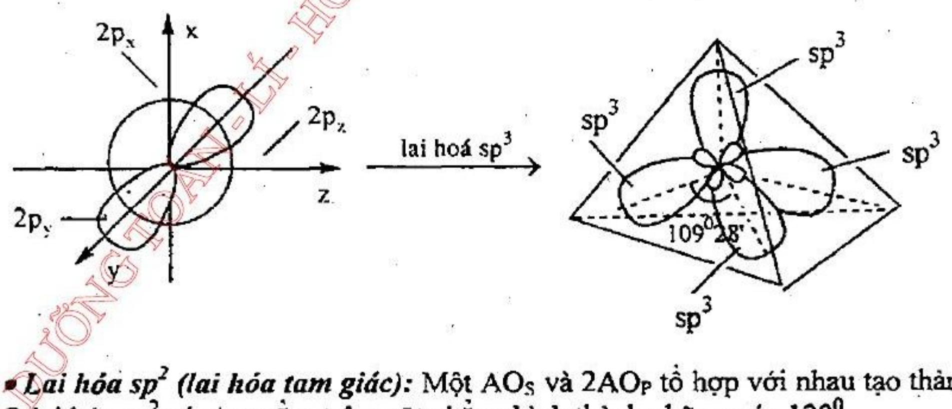
2. Thuyết lai hoá

a) Nội dung

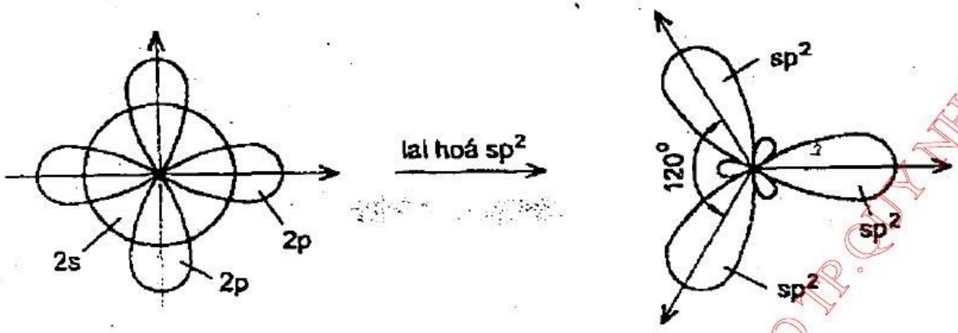
Thuyết lai hoá cho rằng các obitan nguyên tử khác nhau của một nguyên tử gần nhau về năng lượng và phù hợp nhau về đối xứng có thể tổ hợp tuyến tính với nhau để tạo ra các obitan nguyên tử mới tương đương nhau. Các obitan nguyên tử mới này được gọi là các obitan nguyên tử lai hoá. Số AO lai hoá bằng tổng số AO tham gia tổ hợp.

b) Các kiểu lai hoá thường gặp

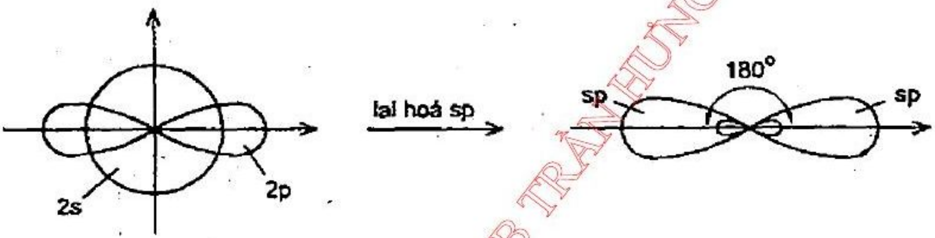
- ***Lai hóa sp^3 (lai hóa tứ diện):*** Một AO_S và $3AO_P$ tổ hợp với nhau tạo thành 4AO lai hóa sp^3 hướng tới 4 đỉnh của một tứ diện đều. Góc lai hoá là $109^028'$.



- ***Lai hóa sp^2 (lai hóa tam giác):*** Một AO_S và $2AO_P$ tổ hợp với nhau tạo thành 3AO lai hóa sp^2 có trục nằm trên mặt phẳng hình thành những góc 120^0.



• ***Lai hóa sp (lai hóa thẳng):*** Một AO_S và một AO_P tổ hợp với nhau tạo thành 2AO lai hóa sp có trục nằm trên đường thẳng.



• ***Lai hoá sp^{3}d (lai hoá lưỡng tháp tam giác):*** $1AO_S$, $3AO_p$ và $1AO_d$ tổ hợp tạo ra 5AO lai hoá sp^{3}d. Sự phân bố không gian của AO lai hoá này có dạng *lưỡng tháp tam giác.*

• ***Lai hoá sp^{3}d^2 (lai hoá bát diện):*** $1AO_S$, $3AO_p$ và $2AO_d$ tổ hợp tạo ra 6AO lai hoá sp^{3}d^2. Các AO này phân bố theo hình *bát diện đều.*

c) Đặc điểm của các AO lai hoá

Số lượng AO lai hoá thu được bằng tổng số các AO nguyên tử tham gia lai hoá.

Năng lượng các AO nguyên tử lai hoá có cùng mức năng lượng (suy biến)

Mỗi AO lai hoá gồm hai phần: 1 phần phình ra, 1 phần thu hẹp, 2 phần này cách nhau một khoảng trống ở nhân nguyên tử hay tâm hệ toạ độ (khoảng trống tạo thành mặt nút).

Mỗi AO lai hoá đều được phân bố trên một trục (trục này có thể trùng với trục toạ độ). Vậy AO lai hoá đối xứng trục nên chỉ tạo lên kết δ bền (liên kết được hình thành dọc theo trục).

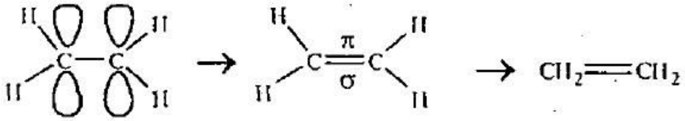
3. Sự hình thành liên kết đơn, liên kết đôi và liên kết ba

a) Liên kết đơn

Là liên kết σ, được tạo thành do sự xen phủ trục và thường bền vững. Thí dụ: H–H, H–Cl, Cl–Cl,....

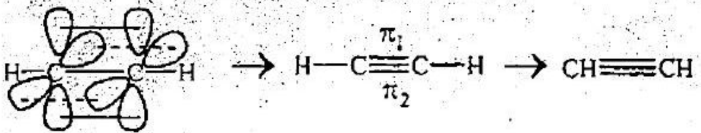
b) Liên kết đôi

Gồm một liên kết σ và một liên kết π. Thí dụ:



c) Liên kết ba

Gồm một liên kết σ và hai liên kết π. Thí dụ:



VII. LIÊN KẾT KIM LOẠI

1. Khái niệm về liên kết kim loại

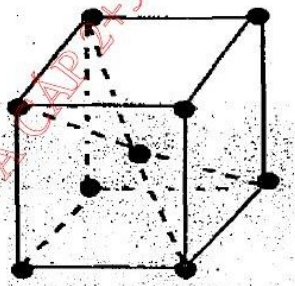
Hầu hết các kim loại ở điều kiện thường đều tồn tại dưới dạng tinh thể (trừ Hg). Trong tinh thể kim loại, ion dương và nguyên tử kim loại nằm ở những nút của mạng tinh thể. Các electron hóa trị liên kết yếu với hạt nhân nên dễ tách khỏi nguyên tử và chuyển động tự do trong mạng tinh thể. Lực hút giữa các electron này và các ion dương tạo nên liên kết kim loại.

Như vậy: *Liên kết kim loại là liên kết được hình thành giữa các nguyên tử và ion kim loại trong mạng tinh thể do sự tham gia của các electron tự do.*

2. Mạng tinh thể kim loại

a) Một số kiểu mạng tinh thể kim loại

• *Lập phương tâm khối:* Các nguyên tử, ion kim loại nằm trên các đỉnh và tâm của hình lập phương.



Tế bào đơn vị mạng lập phương tâm khối

- Số nguyên tử trong một ô mạng cơ sở:

$$1 + \frac{1}{8}.8 = 2 \text{ (nguyên tử)}$$

- Tính độ đặc khít:

Xét 1 đơn vị mạng lập phương tâm khối có cạnh = a ⇒ $V_{tt} = a^3$.

Xét theo đường chéo của hình lập phương. Các nguyên tử xếp sát nhau nên:

$$4R = \frac{a\sqrt{3}}{4}$$

Thể tích choán chỗ của 2 nguyên tử:

$$V_{NT} = 2.\frac{4\pi R^3}{3} = \frac{8\pi}{3}.(\frac{a\sqrt{3}}{4})^3$$

Vậy độ đặc khít của mạng tinh thể lập phương tâm khối

$$= \frac{V_{NT}}{V_{TT}}.100\% = \frac{\frac{8\pi}{3}.(\frac{a\sqrt{3}}{4})^3}{a^3}.100\% = 68\%$$

- Khối lượng riêng (d) của nguyên tử kim loại:

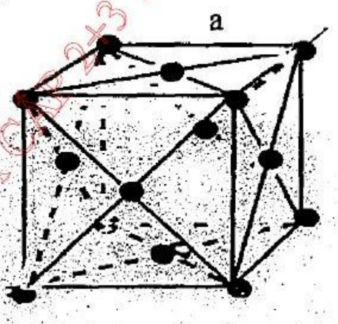
$$d = \frac{2.m_{NT}}{V_{TT}} \frac{2.M}{a^3.N_A}(gam/cm^3)$$

Trong đó:

- M: Nguyên tử khối của kim loại (gam/mol).
- a: Độ dài cạnh của ô mạng cơ sở (cm).
- $N_A = 6,023.10^{23}$ nguyên tử/mol: Hằng số Avogađro.

Thí dụ: Các kim loại: Li, Na, K, Rb, Cr, Fe, V... đều cấu trúc mạng lập phương tâm khối.

• *Lập phương tâm diện:* Các nguyên tử, ion kim loại nằm trên các đỉnh và tâm các mặt của hình lập phương.



Tế bào đơn vị mạng lập phương tâm diện

- Số nguyên tử trong một ô mạng cơ sở:

$$8.\frac{1}{8} + 6.\frac{1}{2} = 4 \text{ (nguyên tử)}$$

- Tính độ đặc khít:

Xét một tế bào sơ đẳng mạng tinh thể lập phương tâm diện có cạnh = a $\Rightarrow V_{tt} = a^3$.

Các nguyên tử kim loại xếp sát nhau. Xét theo đường chéo của mặt hình vuông:

$$4R = a\sqrt{2} \Rightarrow R = \frac{a\sqrt{2}}{4}$$

Thể tích choán chỗ của 4 nguyên tử:

$$V_{NT} = 4.\frac{4\pi}{3}.(\frac{a\sqrt{2}}{4})^2$$

Vậy độ đặc khít của mạng tinh thể là:

$$\frac{V_{NT}}{V_{TT}}.100\% = \frac{4.\frac{4\pi}{3}.(\frac{a\sqrt{2}}{4})^3}{a^3}.100\% = 74\%$$

- *Khối lượng riêng của kim loại:*

$$d = \frac{4m_{NT}}{V_{TT}} = \frac{4.M}{a^3.N_A} \text{ (gam/cm}^3\text{)}$$

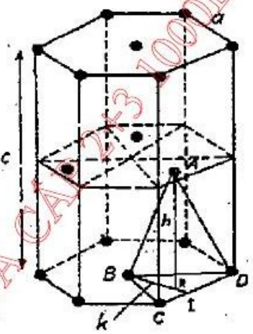
Trong đó: M: Nguyên tử khối của kim loại (gam/mol)

a: Độ dài cạnh của tế bào sơ đẳng (cm^3)

N_A: Hằng số Avogadro ($N_A = 6{,}02.10^{23}$ nguyên tử/mol).

Thí dụ: Các kim loại: Be, Mg, Ca, Sr, Al, Ni, Cu, Pd, Ag, Pt, Au... đều cấu trúc mạng lập phương tâm diện.

- *Lục phương:* Các nguyên tử, ion kim loại nằm trên các đỉnh và tâm các mặt của hình lục giác đứng và ba nguyên tử, ion nằm phía trong của hình lục giác.



Ô mạng cơ sở

- *Tính số nguyên tử:*

Số nguyên tử trong một tế bào cơ sở = $12.\frac{1}{6} + 2.\frac{1}{2} + 3 = 6$ (nguyên tử)

- *Tính độ đặc khít:*

Tứ giác ABCD là tứ giác đều cạnh a. Ta có:

$$BN = k = \frac{2}{3}BI = \frac{2}{3}.\frac{a\sqrt{3}}{2} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$AN = h = c/2 = \sqrt{AB^2 - BN^2} = \sqrt{a^2 - (\frac{a}{\sqrt{3}})^2} = \frac{a\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \Rightarrow c = \frac{2\sqrt{2}a}{\sqrt{3}}$$

Suy ra:

$$V_{tt} = c.S_{đáy} = \frac{2\sqrt{2}a}{\sqrt{3}}.\frac{6a^2\sqrt{3}}{4} = 3\sqrt{2}.a^3$$

$$V_c = 6.\frac{4}{3}\pi.R^3 = 6.\frac{4}{3}.\pi.(\frac{a}{2})^3 = \pi.a^3$$

Vậy độ đặc khít của mạng tinh thể = $\frac{V_C}{V_{tt}} = \frac{\pi.a^3}{3.\sqrt{2}.a^3} = 0{,}74$ (74%)

Thí dụ: Các kim loại: Zn, Cd, Co, Sc, Ti, Y, Zr, La, Ru... đều cấu trúc mạng lục phương.

b) Tính chất của tinh thể kim loại

Vì trong tinh thể kim loại có những electron tự do, di chuyển được trong mạng nên tinh thể kim loại có những tính chất cơ bản sau: Có ánh kim, dẫn điện, dẫn nhiệt tốt và có tính dẻo.

VIII. HÓA TRỊ CỦA NGUYÊN TỐ

1. Hóa trị trong hợp chất ion

- *Khái niệm về điện hóa trị:* Hóa trị của một nguyên tố trong hợp chất ion gọi là điện hóa trị và bằng điện tích của ion đó. *Thí dụ:* Trong phân tử KCl, kali có điện hóa trị 1 + , clo có điện hóa trị 1-.

- *Cách xác định điện hóa trị:* Trị số điện hóa trị của một nguyên tố bằng số electron mà nguyên tử của nguyên tố đó nhường hoặc thu để tạo thành ion.

- *Cách ghi điện hóa trị của một nguyên tố:* Ghi trị số điện tích trước, dấu của điện tích sau.

2. Hóa trị trong hợp chất cộng hóa trị.

- *Khái niệm về cộng hóa trị:* Hóa trị của một nguyên tố trong hợp chất cộng hóa trị được gọi là cộng hóa trị.

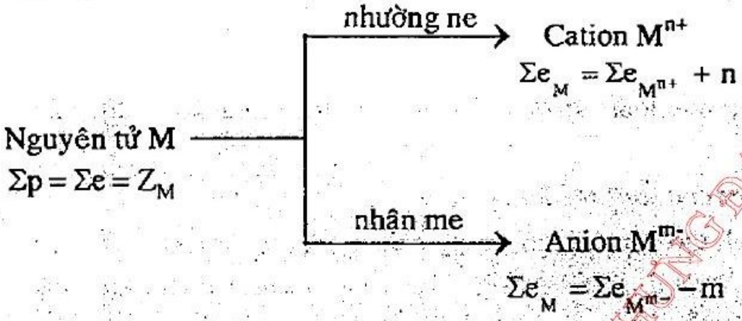
- *Cách xác định cộng hóa trị:* Cộng hóa trị của một nguyên tố bằng số liên kết mà nguyên tử của nguyên tố đó tạo ra được với các nguyên tử khác trong phân tử.

Trong các hợp chất cộng hóa trị có cực hay không cực, số liên kết xung quanh nguyên tử được xác định bằng số cặp electron chung tạo ra liên kết. *Thí dụ:* Trong phân tử NH_3, nguyên tử N có 3 electron liên kết cộng hóa trị, nguyên tố N có cộng hóa trị 3; mỗi nguyên tử H có 1 liên kết cộng hóa trị, nguyên tử H có cộng hóa trị 1.

B. KĨ THUẬT GIẢI NHANH CÁC LOẠI BÀI TẬP

LOẠI 1. SỰ TẠO THÀNH ION

Phương pháp:


Nguyên tử M
$\Sigma p = \Sigma e = Z_M$
nhường ne
Cation M^{n+}
$\Sigma e_M = \Sigma e_{M^{n+}} + n$
nhận me
Anion M^{m-}
$\Sigma e_M = \Sigma e_{M^{m-}} - m$

Thí dụ 1: Giải thích sự tạo thành ion (nhường hay nhận bao nhiêu electron và điện tích của ion) của các nguyên tử sau: $_{11}Na$, $_{12}Mg$, $_{13}Al$, $_{35}Br$, $_{16}S$ và $_{7}N$.

Giải

Sự tạo thành ion:

$Na \rightarrow Na^+ + 1e$
$[Ne]3s^1$ $[Ne]$

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$
$[Ne]3s^2$ $[Ne]$

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$
$[Ne]3s^2 3p^1$ $[Ne]$

$Br + 1e \rightarrow Br^-$
$[Ar]3d^{10}4s^2 4p^5$ $[Kr]$

$S + 2e \rightarrow S^{2-}$
$[Ne]3s^2 3p^4$ $[Ar]$

$N + 3e \rightarrow N^{3-}$
$[He]2s^2 2p^3$ $[Ne]$

Thí dụ 2: So sánh (số proton, số notron, số electron lớp ngoài cùng, tính bền) của:

a) Nguyên tử ^{24}Mg và ion Mg^{2+}.   b) Nguyên tử ^{35}Cl và ion Cl^-.

Giải

a)	Mg	Mg^{2+}
Cấu hình electron	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$1s^2 2s^2 2p^6$
Số proton	12	12

Số notron	12	12
Số electron lớp ngoài cùng	2	8
Tính bền	Kém bền vì có 2 electron lớp ngoài cùng liên kết yếu với hạt nhân dễ bị tách ra khỏi nguyên tử để trở thành cation Mg^{2+} có cấu hình electron bền vững của khí hiếm gần nhất Ne.	Bền vì có cấu hình electron của khí hiếm Ne

b)

	Cl	Cl^-
Cấu hình electron	$1s^22s^22p^63s^23p^5$	$1s^22s^22p^63s^23p^6$
Số proton	17	17
Số notron	18	18
Số electron lớp ngoài cùng	7	8
Tính bền	Kém bền vì có 7 electron lớp ngoài cùng dễ nhận thêm 1 electron nữa để trở thành anion Cl^- có cấu hình electron của khí hiếm Ar bền vững.	Bền vì có cấu hình electron của khí Ar.

Thí dụ 3: So sánh (cấu hình electron, số proton, số notron, số khối và tính bền):

a) Nguyên tử ^{27}Al và ion Al^{3+}. b) Nguyên tử ^{32}S và ion S^{2-}.

Giải

a)

	Al	Al^{3+}
Cấu hình electron	$1s^22s^22p^63s^23p^1$	$1s^22s^22p^6$
Số proton	13	13
Số notron	14	14
Số khối	27	27
Tính bền	Kém bền vì có 3 electron lớp ngoài cùng liên kết yếu với hạt nhân dễ bị tách ra khỏi nguyên tử để trở thành cation Al^{3+} có cấu hình electron bền vững của khí hiếm gần nhất Ne.	Bền vì có cấu hình electron của khí hiếm Ne

b)

	S	S^{2-}
Cấu hình electron	$1s^22s^22p^63s^23p^4$	$1s^22s^22p^63s^23p^6$
Số proton	16	18
Số nơtron	16	16
Số khối	32	32
Tính bền	Kém bền vì có 6 electron lớp ngoài cùng dễ nhận thêm 2 electron nữa để trở thành anion S^{2-} có cấu hình electron của khí hiếm Ar bền vững.	Bền vì có cấu hình electron của khí Ar.

LOẠI 2. VIẾT CÔNG THỨC ELECTRON VÀ CÔNG THỨC CẤU TẠO CỦA PHÂN TỬ

Phương pháp:

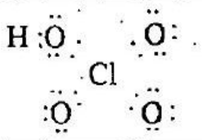
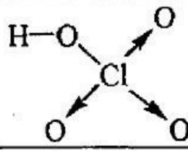
• Nếu là hợp chất có hai nguyên tố hãy tính hiệu số hiệu độ âm điện để xét xem hợp chất đó có liên kết ion hay liên kết cộng hóa trị. Hiệu độ âm điện $\Delta\chi \geq 1,7$ thì hợp chất có liên kết ion. *Thí dụ:*

$CaCl_2$ $\Delta\chi = 3,16 - 1,00 = 2,16$ hợp chất này có liên kết ion, biểu diễn bằng công thức cấu tạo: $Ca^{2+}2Cl^-$.

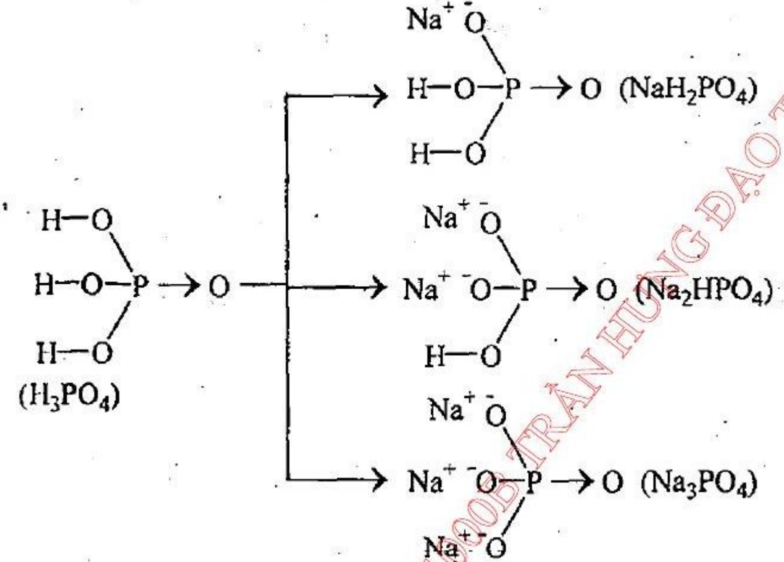
• Nếu liên kết cộng hóa trị biểu diễn đôi electron dùng chung bằng một gạch nối giữa hai nguyên tử (chú ý nếu nguyên tử nào mà sau khi dùng chung electron có quá 8 electron thì phải biểu diễn bằng liên kết cho - nhận, trừ một số trường hợp ngoại lệ như PCl_5, NO, CO, NO_2...). *Thí dụ:* SO_2, SO_3, P_2O_5, Cl_2O_7...

• Hợp chất hiđroxit: Các hiđroxit dù là axit hay bazơ thì trong phân tử đều có nhóm OH, có bao nhiêu nguyên tử H thì có bấy nhiêu nhóm OH (trừ H_3PO_3). Trong bazơ OH đính vào nguyên tử kim loại còn trong axit OH đính vào phi kim.

Thí dụ:

Phân tử	Công thức electron	Công thức cấu tạo
NaOH	$Na^+\ ^-[:\ddot{\underset{..}{O}}:H$	$Na^+\ ^-O-H$
$HClO_4$		

• Hợp chất muối: Muối là hợp chất phân tử gồm cation kim loại (hoặc anion amoni NH_4^+) liên kết với anion gốc axit. Gốc axit là phần còn lại của phân tử axit sau khi đã loại bỏ 1 hay toàn bộ số nguyên tử H của phân tử axit. Vậy để viết công thức cấu tạo của muối trước hết hãy viết công thức cấu tạo của axit, rồi bỏ nguyên tử H thay thế bằng nguyên tử kim loại. Chú ý kim loại hóa trị 1 thay cho 1 nguyên tử H. Nếu kim loại hóa trị 2 hoặc 3 thì thay cho 2 hoặc 3 nguyên tử H. *Thí dụ:*



Thí dụ 1: Tổng số hạt proton, notron và electron trong cation M^{2+} là 58. Hạt nhân nguyên tử X có tổng điện tích hạt nhân $+5,6.10^{-18}$ culong.

a) Xác định M và X.

b) Giải thích sự hình thành liên kết giữa M và X.

Giải

a) Theo đề ra, ta có:

$$2Z_M + N_M - 2 = 58$$

$\Rightarrow 2Z_M + N_M = 60 \Rightarrow N_M = 60 - 2Z_M$

Mà: $1 \le \dfrac{N}{Z} \le 1,5 \Rightarrow \dfrac{60}{3,5} \le Z_M \le \dfrac{60}{3} \Rightarrow 17,14 \le Z_M \le 20$

$\Rightarrow Z_M = 18; 19; 20$

- Nếu $Z_M = 18$ (Ar) $\Rightarrow N_M = 24 \Rightarrow A_M = 42$ (loại vì agon không có đồng vị ${}^{42}_{18}Ar$)
- Nếu $Z_M = 19$ (K) $\Rightarrow N_M = 22 \Rightarrow A_M = 41$ (loại vì kali không có đồng vị ${}^{41}_{19}K$)
- Nếu $Z_M = 20$ (Ca) $\Rightarrow N_M = 20 \Rightarrow A_M = 40$ (nhận)

Vậy M là kim loại canxi.

$$Z_X = \frac{5,6.10^{-18}}{1,6.10^{-19}} = 35$$

$\Rightarrow$ X là brom (Br)

b) Giải thích sự hình thành liên kết:

$$\underset{[Ar]4s^2}{Ca} + \underset{[Ar]3d^{10}4s^24p^5}{2Br} \rightarrow \underset{[Ar]}{Ca^{2+}} + \underset{[Kr]}{2Br} \xrightarrow{hút} CaBr_2$$

Thí dụ 2: Hai nguyên tố A và B thuộc cùng một nhóm và ở hai chu kì liên tiếp trong bảng tuần hoàn, có tổng số hạt proton trong nguyên tử là 24.

a) Xác định A, B.

b) Giải thích sự hình thành liên kết giữa A và B.

Giải

a) Giải sử $Z_A < Z_B$.

Ta có: $\overline{Z} = \dfrac{Z_A + Z_B}{2} = 12 \Rightarrow Z_A < 12$

⇒ A, B cách nhau 8 ô trong bảng tuần hoàn.

$$\begin{cases} Z_A + Z_B = 24 \\ Z_B - Z_A = 8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_A = 8(O) \\ Z_B = 16(S) \end{cases}$$

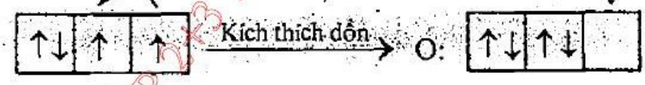
Vậy A là oxi (O) và B là lưu huỳnh (S).

b) Giải thích sự hình thành liên kết.

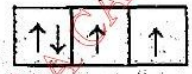
Hai nguyên tố S và O có thể tạo ra các hợp chất SO_2 và SO_3.

- Phân tử SO_2:

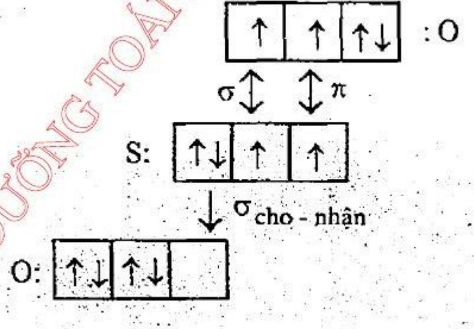
O (Z = 8): $1s^22s^22p^4$

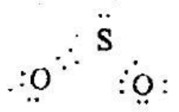


S (Z = 16): $[Ne]3s^23p^4$

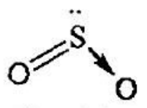


Khi hình thành phân tử SO_2, nguyên tử S đã dùng 2 electron độc thân góp chung với hai electron độc thân của một nguyên tử oxi tạo một liên kết σ và một liên kết π. Nguyên tử S sử dụng một cặp electron để dùng chung với nguyên tử oxi (ở trạng thái kích thích dồn) còn lại tạo một liên kết σ cho - nhận.





Công thức electron



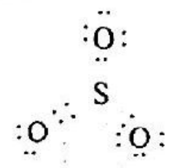
Công thức cấu tạo

- Phân tử SO_3:

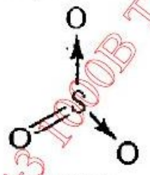
$O\ (Z = 8): 1s^2 2s^2 2p^4$ $\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}$ $\xrightarrow{\text{Kích thích dồn}}$ O: $\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{}$

$S\ (Z = 16): [Ne]3s^2 3p^4$ $\boxed{\uparrow\downarrow}$ $\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}$

Khi hình thành phân tử SO_3, nguyên tử S đã dùng 2 electron độc thân góp chung với hai electron độc thân của một nguyên tử oxi tạo một liên kết σ và một liên kết π. Nguyên tử S sử dụng hai cặp electron để dùng chung với hai nguyên tử oxi (ở trạng thái kích thích dồn) còn lại tạo hai liên kết σ cho - nhận.



Công thức electron



Công thức cấu tạo

Thí dụ 3: Tổng số hạt proton trong phân tử A_nB_m là 10 hạt. Biết $n + m = 4$.

a) Xác định công thức phân tử A_nB_m.

b) Giải thích sự hình thành liên kết trong phân tử A_nB_m.

Giải

a) Số proton trung bình: $\overline{Z} = \dfrac{nZ_A + mZ_B}{n + m} = \dfrac{10}{4} = 2,5$

Giả sử $Z_B < Z_A \Rightarrow Z_B < 2,5 \Rightarrow Z_B = 1$ hoặc 2

- Nếu $Z_B = 1$ (H) $\Rightarrow n = 1 \Rightarrow m = 3$

$\Rightarrow 1.Z_A + 3.1 = 10 \Rightarrow Z_A = 7$ (N)

$\Rightarrow$ Công thức phân tử của A_nB_m là NH_3.

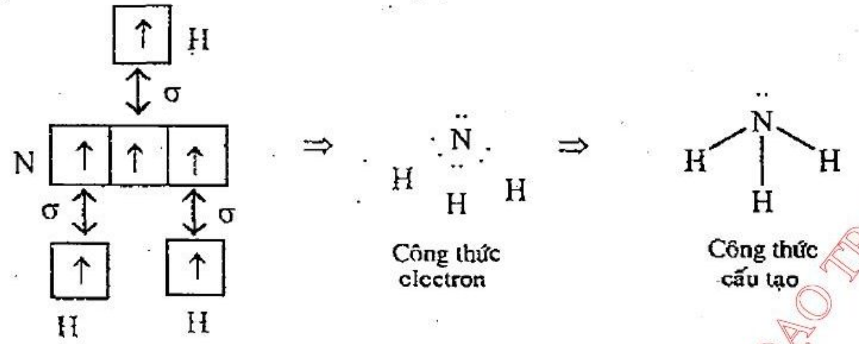
- Nếu $Z_B = 2$ (He) loại vì He là khí trơ.

b) Giải thích sự hình thành liên kết trong phân tử NH_3.

$H\ (Z = 1): 1s^1$ $\boxed{\uparrow}$

$N\ (Z = 7): 1s^2 2s^2 2p^3$ $\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}$

Khi hình thành phân tử NH_3, nguyên tử N đã dùng 3 electron độc thân góp chung với 3 electron độc thân của ba nguyên tử hiđro tạo 3 liên kết σ.



Công thức electron

Công thức cấu tạo

Thí dụ 4: Hãy viết công thức electron và công thức cấu tạo của các phân tử sau đây:

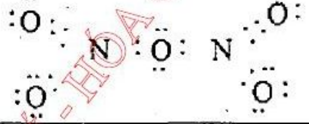
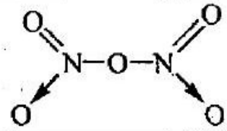
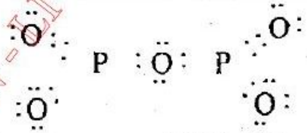
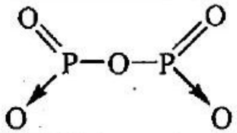
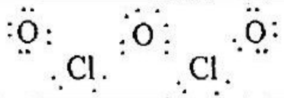
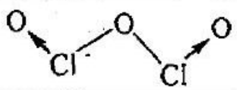
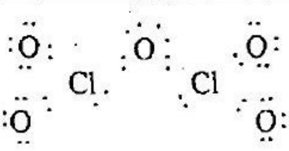
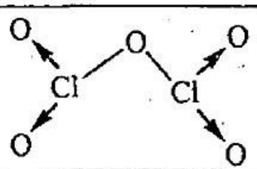
a) H_2, N_2, Cl_2, O_2, CO_2, N_2O_5, P_2O_5, Cl_2O_3, Cl_2O_5, Cl_2O_7, NO_2, Fe_2O_3.

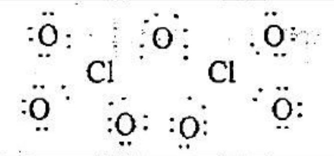
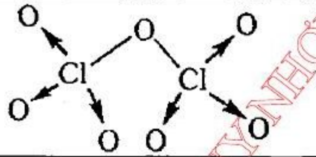
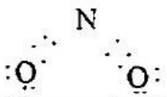
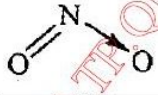
b) HBr, H_2O, CH_4, C_2H_6, C_2H_4, C_2H_2, PCl_3, $HClO_3$, $HBrO_4$, H_2SO_4, H_2CO_3, H_2SO_3.

c) $Cu(OH)_2$, $NaHSO_3$, $NaHCO_3$, Na_2SO_4, NH_4Cl.

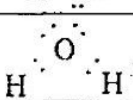
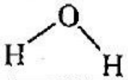
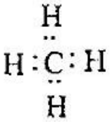
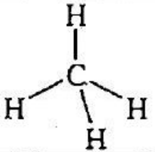
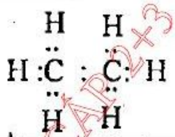
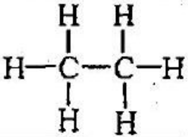
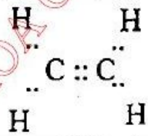
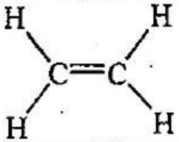
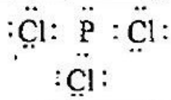
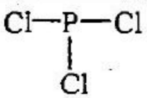
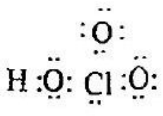
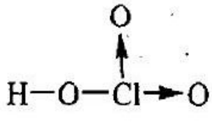
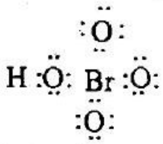
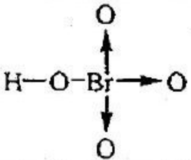
Giải

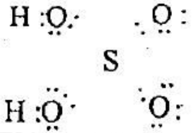
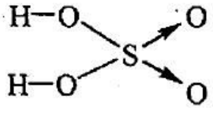
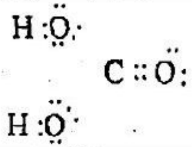
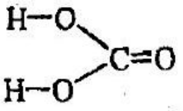
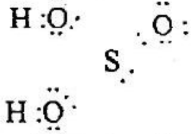
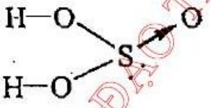
a)

Phân tử	*Công thức electron*	*Công thức cấu tạo*
H_2	H: H	H–H
N_2	:N ⋮ ⋮ N:	N≡N
Cl_2	:C̤̈l : C̤̈l:	Cl–Cl
O_2	:Ö :: Ö:	O=O
CO_2	:Ö:: C ::Ö:	O=C=O
N_2O_5		
P_2O_5		
Cl_2O_3		
Cl_2O_5		

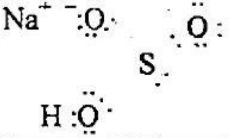
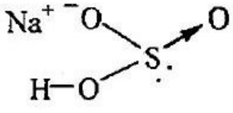
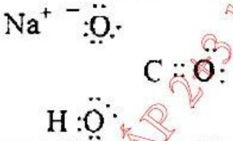
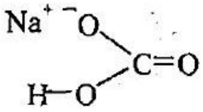
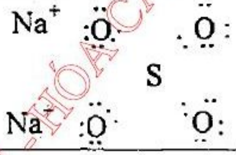
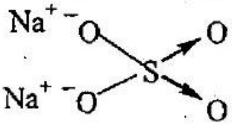
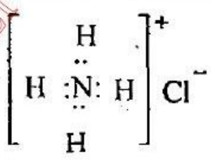
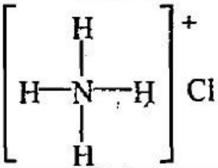
Cl_2O_7		
NO_2		
Fe_2O_3	:Ö:: Fe :Ö: Fe ::Ö:	O=Fe—O—Fe=O

b)

Phân tử	*Công thức electron*	*Công thức cấu tạo*
HBr	H :Br:	H–Br
H_2O		
CH_4		
C_2H_6		
C_2H_4		
C_2H_2	H :C ⋮⋮ C: H	H—C≡C—H
PCl_3		
$HClO_3$		
$HBrO_4$		

H_2SO_4		
H_2CO_3		
H_2SO_3		

c)

Phân tử	*Công thức electron*	*Công thức cấu tạo*
$Cu(OH)_2$	$H:\ddot{\underset{..}{O}}:Cu:\ddot{\underset{..}{O}}:H$	H−O−Cu−O−H
$NaHSO_3$		
$NaHCO_3$		
Na_2SO_4		
NH_4Cl		

LOẠI 3. XÁC ĐỊNH BẢN CHẤT LIÊN KẾT TRONG PHÂN TỬ

Phương pháp:

Dựa vào hiệu độ âm điện giữa hai nguyên tử tham gia liên kết để dự đoán một liên kết được hình thành thuộc loại liên kết ion, liên kết cộng hoá trị có cực hay liên kết cộng hoá trị không cực.

Hiệu độ âm điện	Loại liên kết
0,0 → < 0,4	Liên kết cộng hoá trị không cực
0,4≤ → <1,7	Liên kết cộng hoá trị có cực
≥ 1,7	Liên kết ion

Trường hợp chưa biết độ âm điện thì ta có thể xác định bản chất liên kết dựa vào các đặc điểm sau:

- Liên kết ion thường được hình thành giữa kim loại điển hình (nhóm IA, IIA) và phi kim điển hình (nhóm VIA, VIIA).

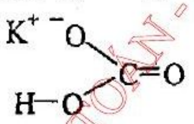
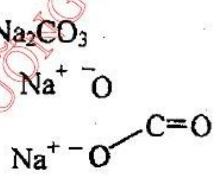
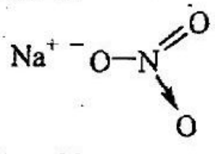
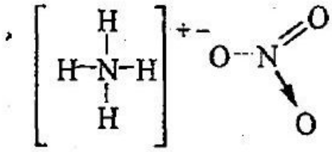
- Liên kết cộng hóa trị thường được hình thành giữa hai phi kim hoặc giữa phi kim không điển hình và kim loại không điển hình.

- Liên kết cộng hóa trị có cực thường được hình thành giữa hai phi kim khác nhau. Nếu hai phi kim giống nhau thì liên kết giữa chúng là liên kết cộng hóa trị không cực.

Thí dụ 1: Cho các hợp chất sau: $NaNO_3$, $KHCO_3$, Na_2CO_3, $NaOH$, NH_4NO_3 trong các hợp chất trên, hợp chất nào

- Có liên kết ion và liên kết cộng hóa trị?
- Liên kết ion, liên kết cộng hóa trị và liên kết cho - nhận)?

Giải

Có liên kết ion và cộng hóa trị	Liên kết ion, cộng hóa trị và cho - nhận
• $KHCO_3$  • Na_2CO_3  • NaOH $Na^+\ {}^-O-H$	• $NaNO_3$  • NH_4NO_3 

Thí dụ 2:

a) Dựa vào độ âm điện hãy sắp xếp theo chiều giảm độ phân cực của liên kết giữa hai nguyên tử trong phân tử các chất sau:

CaO, MgO, AlN, N_2, $NaBr$, BCl_2, $AlCl_3$, CH_4, Al_2O_3, $CuCl_2$, H_2O, Na_2S, FeS_2, H_2S, Fe_3O_4, KBr

Phân tử nào có liên kết ion? Liên kết cộng hóa trị có cực và không có cực?

b) Hãy nêu bản chất liên kết trong các phân tử sau: $AgCl$, HBr, NH_3, H_2O_2, NH_4NO_3, $BeCl_2$, $AlCl_3$, PCl_5, SF_6.

Giải

a)

Phân tử	Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$)	Loại liên kết
CaO	$\Delta\chi = 3,44 - 1 = 2,44$	Ion
MgO	$\Delta\chi = 3,44 - 1,31 = 2,13$	Ion
AlN	$\Delta\chi = 3,04 - 1,61 = 1,43$	CHT có cực
N_2	$\Delta\chi = 0$	CHT không cực
$NaBr$	$\Delta\chi = 2,96 - 0.93 = 2,03$	Ion
BCl_2	$\Delta\chi = 3,16 - 2,04 = 1,12$	CHT có cực
$AlCl_3$	$\Delta\chi = 3,14 - 1,61 = 1,53$	CHT có cực
CH_4	$\Delta\chi = 2,55 - 2,20 = 0,35$	CHT không cực

Phân tử	Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$)	Loại liên kết
Al_2O_3	$\Delta\chi = 3,44 - 1,61 = 1,83$	Ion
H_2O	$\Delta\chi = 3,44 - 2,20 = 1,24$	CHT có cực
Na_2S	$\Delta\chi = 2,58 - 0,93 = 1,65$	CHT có cực
FeS_2	$\Delta\chi = 2,58 - 1,83 = 0,75$	CHT có cực
H_2S	$\Delta\chi = 2,58 - 2,20 = 0,38$	CHT không cực
$CuCl_2$	$\Delta\chi = 3,16 - 1,90 = 1,26$	CHT có cực
Fe_3O_4	$\Delta\chi = 3,04 - 1,83 = 1,21$	CHT có cực
KBr	$\Delta\chi = 2,96 - 0,82 = 2,14$	Ion

Hiệu độ âm điện càng lớn thì liên kết trong phân tử càng phân cực ⇒ Dãy gồm các chất được sắp xếp theo chiều giảm dần độ phân cực như sau:

CaO, KBr, MgO, $NaBr$, Al_2O_3, Na_2S, $AlCl_3$, AlN, $CuCl_2$, H_2O, Fe_3O_4, BCl_2, FeS_2, H_2S, CH_4, N_2.

b) Dành cho bạn đọc.

Thí dụ 3: Độ âm điện của nguyên tử một số nguyên tố sau: Al (1,61); Cl (3,16); Ca (1,00). Loại liên kết trong các hợp chất $AlCl_3$, $CaCl_2$ lần lượt là

A. Liên kết ion, liên kết ion.

B. Liên kết cộng hóa trị có cực, liên kết cộng hóa trị có cực.

C. Liên kết cộng hóa trị có cực, liên kết ion.

D. Liên kết ion, liên kết cộng hóa trị có cực.

Giải

Phân tử	Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$)	Loại liên kết
$AlCl_3$	$\Delta\chi = 3,16 - 1,61 = 1,55$	Liên kết cộng hóa trị có cực
$CaCl_2$	$\Delta\chi = 3,16 - 1,00 = 2,16$	Liên kết ion

⇒ Đáp án C

Thí dụ 4: Cho độ âm điện của nguyên tử một số nguyên tố sau: Al (1,61), Cl (3,16), Ca (1,0), Na (0,93), Mg (1,31), O (3,44), Br (2,96). Phân tử có độ phân cực liên kết cao nhất là

A. Na_2O B. $AlBr_3$ C. $MgCl_2$ D. CaO

Giải

Phân tử	Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$)
Na_2O	$\Delta\chi = 3,44 - 0,93 = 2,51$
$AlBr_3$	$\Delta\chi = 2,96 - 1,61 = 1,35$
$MgCl_2$	$\Delta\chi = 3,16 - 1,31 = 1,85$
CaO	$\Delta\chi = 3,44 - 1,00 = 2,44$

⇒ Đáp án A vì có $\Delta\chi$ lớn nhất.

Thí dụ 5: Kết luận nào sau đây là sai?

A. Liên kết trong phân tử NH_3, H_2O là liên kết cộng hóa trị có cực.

B. Liên kết trong phân tử BaF_2, CsCl là liên kết ion.

C. Liên kết trong phân tử CaS, $AlCl_3$ là liên kết ion vì được hình thành giữa kim loại và phi kim.

D. Liên kết trong phân tử Cl_2, H_2, O_2, N_2 là liên kết cộng hóa trị không cực.

Giải

Chọn C vì liên kết trong phân tử CaS và $AlCl_3$ có $\Delta\chi < 1,7$ nên đó là liên kết cộng hóa trị có cực.

Phân tử	Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$)
CaS	$\Delta\chi = 2,58 - 1,00 = 1,58$
$AlCl_3$	$\Delta\chi = 3,16 - 1,61 = 1,55$

Thí dụ 6: Dãy chứa liên kết cộng hóa trị không cực là

A. H_2, Cl_2, N_2. B. H_2, HCl, Cl_2. C. HCl, NH_3, H_2O. D. Cl_2, N_2, NH_3.

Giải

Chọn A vì liên kết trong các đơn chất H_2, N_2 và Cl_2 đều là liên kết cộng hóa trị không cực.

Thí dụ 7: Liên kết hóa học giữa các nguyên tử trong phân tử HCl thuộc loại liên kết

A. Cộng hóa trị không cực. B. Ion.

C. Cộng hóa trị có cực. D. Hiđro.

(Đề thi tuyển sinh Đại học năm 2013 - Khối A)

Giải

$H\ :\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$ $\Rightarrow$ $\overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{Cl}$

Công thức electron Công thức cấu tạo

⇒ Đáp án C

Thí dụ 8: Liên kết hoá học giữa các nguyên tử trong phân tử H_2O là liên kết

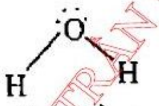
A. Ion. B. Cộng hoá trị không cực.

C. Hiđro. D. Cộng hoá trị có cực.

(Đề thi tuyển sinh Đại học năm 2010 - Khối A)

Giải

$H:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}:H$



Công thức electron *Công thức cấu tạo*

Liên kết hóa học giữa H và O trong phân tử H_2O là liên kết hình thành giữa hai phân tử phi kim khác nhau nên là liên kết cộng hóa trị có cực.

⇒ Đáp án D

Thí dụ 9: Các chất mà phân tử **không** phân cực là

A. HBr, CO_2, CH_4. B. Cl_2, CO_2, C_2H_2.

C. NH_3, Br_2, C_2H_4. D. HCl, C_2H_2, Br_2.

(Đề thi tuyển sinh Đại học năm 2010 - Khối B)

Giải

Cl: Cl; O:: C::O; H:C:::C: H

Các liên kết C-O hoặc C-H là liên kết phân cực nhưng phân tử CH_4 và CO_2 cấu tạo đối xứng nên độ phân cực của phân tử bằng không.

⇒ Đáp án B

LOẠI 4. BÀI TẬP VỀ CẤU TRÚC MẠNG TINH THỂ

Thí dụ 1: Sắt α (Fe_α) kết tinh trong mạng lưới lập phương tâm khối, nguyên tử có bán kính r = 1,24Å.

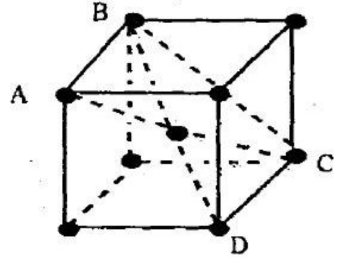
a) Hãy tính cạnh a của mỗi tế bào sơ đẳng và tỉ khối của sắt (Fe = 56)

b) Tính phần trăm thể tích không gian trống trong mạng tinh thể của Fe_α

Giải

a) Từ hình vẽ ta có:

$$BC^2 = a^2 + a^2 = 2a^2 \Rightarrow AC^2 = BC^2 + AB^2 = 3a^2 \Rightarrow AC = a\sqrt{3}$$



Xét theo đường chéo của hình lập phương, các nguyên tử xếp khít nhau nên:

$$AC = 4r = a\sqrt{3} \Rightarrow a = \frac{4r}{\sqrt{3}} = \frac{4.1,24}{\sqrt{3}} = 2,86Å$$

Mỗi tế bào có chứa 2 nguyên tử Fe do đó:

$$đ = \frac{m}{v} = \frac{2.56}{6,02.10^{23}.(2,86.10^{-8})^3} = 7,95\ (gam/cm^3)$$

b) $V_{kl} = 2.\frac{4}{3}.\pi r^3 = 2.\frac{4}{3}.3,1416.(1,24.10^{-10})^3 = 1,6.10^{-29}\ m^3$

$$\text{Độ đặc khít} = \frac{1,6.10^{-29}}{(2,86.10^{-10})^3} = 0,6827 (= 68,27\%)$$

$\Rightarrow$ Độ trống = 100% - 68,27% = 31,72%

Thí dụ 2: Thực nghiệm cho biết ở pha rắn, vàng (Au) có khối lượng riêng là 19,4 gam/cm^3 và có mạng lưới lập phương tâm diện. Độ dài cạnh của ô mạng đơn vị là $4,070.10^{-10}$ m. Khối lượng mol nguyên tử của Au là 196,97 gam/mol.

1. Tính phần trăm thể tích không gian trống trong mạng tinh thể của Au
2. Xác định số Avogadro (N_A)

Giải

a) Cạnh hình lập phương = khoảng cách hai đỉnh kề nhau = a = $4,070.10^{-10}$m.

Khoảng cách từ đỉnh đến tâm mặt lập phương là nửa đường chéo của mỗi mặt vuông: $\frac{1}{2}.\sqrt{a^2 + a^2} = \frac{a}{\sqrt{2}} < a$ đó là khoảng cách gần nhất giữa hai nguyên tử bằng hai lần bán kính của Au.

$$2r = \frac{a}{\sqrt{2}} \Rightarrow r = \frac{a}{2\sqrt{2}} = \frac{4,070.10^{-10}}{2\sqrt{2}} = 1,439.10^{-10}\ m$$

- Thể tích của mỗi tế bào cơ sở:

$$V_{tt} = a^3 = (4,070.10^{-10})^3 = 67,419143.10^{-30}\ m^3$$

- Thể tích Au trong mỗi tế bào cơ sở = Thể tích của 4 nguyên tử Au:

$$V_{KI} = 4x\frac{4}{3}\pi.r^3 = 4x\frac{4}{3}x(3{,}1416)x(1{,}439.10^{-10})^3 = 49{,}927.10^{-30}\ m^3$$

- Độ đặc khít = $\frac{V_{NT}}{V_n} = \frac{49{,}927.10^{-30}}{67{,}419143.10^{-30}} = 0{,}74054$ (= 74,054%)

$\Rightarrow$ Độ trống = 100% - 74,054% = 25,946%

b) Tính số Avogađro

- 1 mol Au chứa N_A nguyên tử Au có khối lượng 196,97 gam

$\Rightarrow$ Khối lượng của 1 nguyên tử Au = $\frac{196{,}97}{N_A}$

- Ở pha rắn, khối lượng riêng của Au là

$$d = \frac{4m_{Au}}{V_n} = \frac{4.196{,}97}{a^3.N_A}$$

$$\Rightarrow N_A = \frac{4.196{,}97}{a^3.d} = \frac{4.196{,}97}{(4{,}070.10^{-10})^3.1{,}94.10^6} = 6{,}02386.10^{23}$$

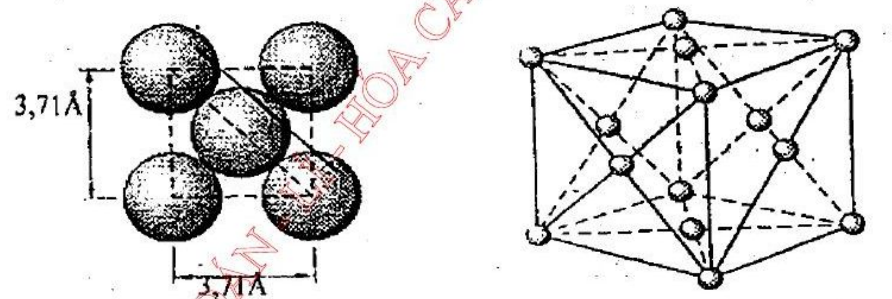
Thí dụ 3: Nguyên tố X là kim loại. Tế bào đơn vị (ô mạng cơ sở) lập phương tâm diện của tinh thể X, có cạnh $3{,}71.10^{-8}$ cm. Khối lượng riêng của nguyên tố này là 3500 kg/m^3.

a) Tính phần trăm thể tích của tế bào bị chiếm bởi các nguyên tử.

b) Xác định tên nguyên tố X.

Lấy số Avogađro $N_A = 6{,}022.10^{23}$ nguyên tử/mol

Giải



Tế bào đơn vị mạng lập phương tâm diện

a) Số nguyên tử trong một ô mạng cơ sở là: $8.\frac{1}{8} + 6.\frac{1}{2} = 4$ (nguyên tử)

Các nguyên tử kim loại xếp khít nhau. Xét theo đường chéo của hình vuông:

$$4r = a\sqrt{2} \rightarrow r = \frac{a\sqrt{2}}{4}$$

- Thể tích của các nguyên tử trong ô mạng cơ sở là: $V_{NT} = 4.\frac{4\pi r^3}{3} = \frac{\pi a^3\sqrt{2}}{6}$

- Thể tích của một ô mạng cơ sở là: $V_{TT} = a^3$

⇒ Phần trăm thể tích của tế bào bị chiếm bởi các nguyên tử là

$$\frac{V_{NT}}{V_{TT}}.100\% = \frac{\frac{\pi a^3\sqrt{2}}{6}}{a^3}.100\% = \frac{50\sqrt{2}.3,14}{3} = 74,01\%$$

b) Khối lượng của 1 ô mạng cơ sở là: $m_{NT} = \frac{4M_X}{N_A}$ (gam)

⇒ Khối lượng riêng của X: $d = \frac{m_{NT}}{V_{TT}} = \frac{4M_X}{a^3.N_A}$

$$\Rightarrow M_X = \frac{a^3.d.N_A}{4} = \frac{(3,71.10^{-8})^3.3500.10^{-3}.6,022.10^{23}}{4} = 26,907 \text{ gam/mol}$$

⇒ Vậy X là Al

LOẠI 5. BÀI TẬP VỀ XÁC ĐỊNH HÓA TRỊ CỦA NGUYÊN TỐ

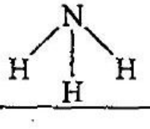
Thí dụ 1: Xác định điện hóa trị của các nguyên tử và nhóm nguyên tử trong các hợp chất ion sau: BaO, K_2O, $CaCl_2$, AlF_3, $Ca(NO_3)_2$, NaBr, BaF_2.

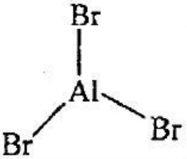
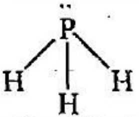
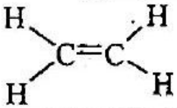
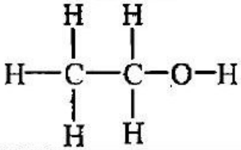
Giải

- Trong phân tử BaO, bari có điện hóa trị 2 +, oxi có điện hóa trị 2-.
- Trong phân tử K_2O, kali có điện hóa trị 1 +, oxi có điện hóa trị 2-.
- Trong phân tử $CaCl_2$, canxi có điện hóa trị 2 +, clo có điện hóa trị 1-.
- Trong phân tử AlF_3, nhôm có điện hóa trị 3 +, flo có điện hóa trị 1-.
- Trong phân tử $Ca(NO_3)_2$, canxi có điện hóa trị 2 +, gốc nitrat có điện hóa trị 1-.
- Trong phân tử NaBr, natri có điện hóa trị 1 +, brom có điện hóa trị 1-.
- Trong phân tử BaF_2, bari có điện hóa trị 2 +, flo có điện hóa trị 1-.

Thí dụ 2: Xác định cộng hóa trị của nguyên tử những nguyên tố trong những hợp chất cộng hóa trị sau: NH_3, HBr, $AlBr_3$, PH_3, CO_2, C_2H_4, C_2H_5OH.

Giải

Phân tử	*Công thức cấu tạo*	*Cộng hóa trị*
NH_3		- Nguyên tố N có cộng hóa trị 3 - Nguyên tố H có cộng hóa trị 1

Phân tử	*Công thức cấu tạo*	*Cộng hóa trị*
HBr	H – Br	- Nguyên tố Br có cộng hóa trị 1 - Nguyên tố H có cộng hóa trị 1
$AlBr_3$		- Nguyên tố Al có cộng hóa trị 3 - Nguyên tố Br có cộng hóa trị 1
PH_3		- Nguyên tố P có cộng hóa trị 3 - Nguyên tố H có cộng hóa trị 1
CO_2	O=C=O	- Nguyên tố C có cộng hóa trị 4 - Nguyên tố O có cộng hóa trị 2
C_2H_4		- Nguyên tố C có cộng hóa trị 2 - Nguyên tố H có cộng hóa trị 1
C_2H_5OH		- Nguyên tố C có cộng hóa trị 4 - Nguyên tố H có cộng hóa trị 1 - Nguyên tố O có cộng hóa trị 2

C. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1. Nguyên tử nguyên tố X tạo ra anion X^-. Trong X^- có tổng số hạt mang điện là 35, số hạt mang điện lớn hơn số hạt không mang điện là 15.

a) Viết cấu hình electron của X và X^-.

b) Xác định số khối của X.

c) Giải thích sự hình thành liên kết trong phân tử CaX_2.

2. Hãy cho biết điện hóa trị của các nguyên tố trong các hợp chất sau đây:

CaO, Al_2O_3, $NaCl$, KF và $CaCl_2$

3. Hãy xác định cộng hóa trị của các nguyên tố trong các hợp chất sau:

H_2O, C_2H_6, HCl, NH_3, PCl_3

4. a) Xác định A, B, X, Y biết: Hai nguyên tố A, B thuộc cùng một nhóm ở hai chu kì liên tiếp, có tổng số hạt proton là 26. Hai nguyên tố X, Y đứng kế tiếp nhau trong một chu kì, có tổng điện tích hạt nhân $+4.10^{-18}$ culong.

b) Mô tả sự hình thành liên kết giữa A và X.

5. Tổng số hạt mang điện trong phân tử X_3Y_4 bằng 220. Số hạt mang điện trong hạt nhân nguyên tử X nhiều hơn số hạt mang điện trong hạt nhân nguyên tử Y là 36.

a) Xác định hai nguyên tố X, Y và vị trí của chúng trong bảng tuần hoàn.

b) Viết cấu hình electron của các ion: X^{2+}, X^{3+}, Y^{2-}.

c) Viết công thức electron và công thức cấu tạo của phân tử X_3Y_4.

6. Electron có mức năng lượng cao nhất của nguyên tử nguyên tố X được xếp vào phân lớp để có cấu hình là $4s^1$. Oxit cao nhất của nguyên tố Y ứng với công thức YO_3, hợp chất khí với hiđro của nó có chứa 5,88% H về khối lượng.

a) Xác định vị trí của X và Y trong bảng tuần hoàn và cho biết tính chất hóa học cơ bản của chúng.

b) Giải thích sự hình thành liên kết giữa X và Y.

7. Một hợp chất tạo thành từ M^+ và X_2^{2-}. Trong phân tử M_2X_2 có tổng số các hạt proton, nơtron, electron bằng 164, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 52. Số khối của nguyên tử M nhiều hơn số khối của nguyên tử X là 23. Tổng số hạt trong M^+ lớn hơn trong X_2^{2-} là 7.

a) Xác định công thức M_2X_2.

b) Viết công thức electron, công thức cấu tạo và cho biết các loại liên kết trong phân tử M_2X_2.

8. Phân tử X có công thức ABC. Tổng số hạt mang điện và không mang điện trong phân tử X là 82. Trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 22, hiệu số khối giữa B và C gấp 10 lần số khối của A, tổng số khối của B và C gấp 27 lần số khối của A.

a) Tìm công thức phân tử của X.

b) Viết công thức electron, câu thức cấu tạo và cho biết bản chất liên kết trong phân tử X.

9. Giải thích sự tạo thành liên kết trong các phân tử sau:

F_2, H_2S, CH_4, C_2H_4

10. Biết rằng độ âm điện của các nguyên tử giảm dần theo thứ tự: F, O, Cl, N. Viết công thức electron, công thức cấu tạo của các phân tử sau đây và xem xét phân tử nào có liên kết phân cực nhiều nhất? Giải thích tại sao?

F_2O, Cl_2O, ClF, NCl_3, NF_3

11. a) Viết công thức electron và công thức cấu tạo của các phân tử: CS_2, C_3H_8, C_4H_{10}, C_2H_5Cl, PCl_5, $C_2H_2Cl_2$, C_2H_7N, $C_2H_4O_2$, C_2H_6O, NO.

Biết rằng xung quanh mỗi nguyên tử đều có 8 electron (trừ PCl_5, NO).

b) Có nhận xét gì về trường hợp PCl_5 và NO.

12. Cho số hiệu của các nguyên tố sau: ${}_5A$, ${}_7B$, ${}_9C$, ${}_{14}D$, ${}_1E$, ${}_6F$, ${}_8G$. Hãy cho biết các nguyên tố sau đây nếu kết hợp với nhau sẽ có công thức như thế nào và tạo thành theo dạng liên kết nào?

a) A + B b) C + C c) E + E d) B + E

e) A + C f) F + E g) F + G h) D + G

i) C + D

BỒI DƯỠNG TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

13. Giải thích sự tạo thành liên kết ion trong các chất sau đây: KCl, AlF_3, Al_2O_3, $CaCl_2$, $MgBr_2$, Na_2S, K_2O, Zn_3P_2, BaO.

14. Các nguyên tố có số hiệu sau đây: $_{11}A$, $_{12}B$, $_{13}C$, $_{8}D$, $_{9}E$, $_{6}F$, $_{56}G$, $_{17}H$. Hãy cho biết 2 nguyên tố sau đây nếu cho kết hợp với nhau thì sẽ có công thức như thế nào và tạo thành theo dạng liên kết nào?

a) A + E b) B + H c) C + D d) G + H

e) G + D f) A + D g) D + F h) F + H

i) H + H

Biết rằng khi tạo thành hợp chất hoặc đơn chất xung quanh mỗi nguyên tử đều có 8 electron.

15. Các liên kết trong phân tử sau đây thuộc dạng nào? (có thể dùng cấu tạo nguyên tử hoặc hiệu số độ âm điện để giải thích): KBr, Br_2, BaF_2, CaO, H_2O, K_2O, Na_2O_2, $NaOH$, $Ba(OH)_2$, CS_2, KHS, H_2O_2, $FeCl_2$.

16. Hai nguyên tố X và Y đều thuộc nhóm A. X tác dụng với HCl giải phóng khí H_2. Số electron lớp ngoài cùng của Y bằng số lớp electron của nguyên tử X. Số hiệu nguyên tử của X bằng 7 lần số hiệu nguyên tử của Y. Xác định X, Y và viết cấu hình electron của chúng.

II. BÀI TRẮC NGHIỆM

1. Dãy chứa hợp chất ion là

A. BF_3, H_2S, CCl_4 B. CO_2, Cl_2, CCl_4

C. KBr, $CaCl_2$, AlF_3 D. I_2, CaO, $CaCl_2$

2. Dãy gồm các chất mà phân tử đều phân cực là

A. N_2, O_2, Cl_2, H_2. B. CO_2, NH_3, SO_3, HBr.

C. CO_2, NO_2, Cl_2O_7, $KClO_3$. D. HCl, SO_2, NH_3, H_2SO_4.

3. Dãy hợp chất chỉ có liên kết cộng hóa trị là

A. H_2SO_4, PCl_3, SO_2Cl_2, OF_2, N_2O_4.

B. K_3PO_4, NO_2, SO_3, NH_4Cl, HNO_3.

C. $(NH_4)_2SO_4$, PCl_3, SO_2Cl_2, NO_2, SO_3.

D. SO_2Cl_2, OF_2, N_2O_4, $BaCl_2$, PCl_3.

4. Cho độ âm điện của các nguyên tố như sau: O(3,44), Cl(3,16), Mg(1,31), C(2,55), H(2,2). Trong các phân tử: MgO, CO_2, CH_4, Cl_2O. Số chất có kiểu liên kết cộng hóa trị có cực là

A. 2. B. 3. C. 1. D. 4.

5. Nguyên tử của nguyên tố X có tổng số electron thuộc phân lớp p là 10. Điện tích hạt nhân nguyên tử của nguyên tố Y là $+30{,}4.10^{-19}$ C (cu-lông). Liên kết giữa X và Y thuộc loại liên kết

A. Kim loại. B. Cho - nhận.

C. Cộng hoá trị có cực. D. Ion.

6. Hợp chất chứa đồng thời liên kết cộng hóa trị và liên kết ion là

A. HCOOH. B. $CaCl_2$. C. CH_2Cl_2. D. NH_4Cl.

7. Phát biểu nào sau đây là **sai**?

A. Trong tinh thể NaCl, xung quanh mỗi ion đều có 6 ion ngược dấu gần nhất.

B. Tất cả các tinh thể phân tử đều khó nộng chảy và khó bay hơi.

C. Tinh thể nước đá, tinh thể iot đều thuộc loại tinh thể phân tử.

D. Trong tinh thể nguyên tử, các nguyên tử liên kết với nhau bằng liên kết cộng hoá trị.

8. Cho dãy các chất: SiO_2, H_2S, CaO, Cl_2O_7, Al_2O_3. Số chất trong dãy mà phân tử chỉ chứa liên kết cộng hóa trị có cực là

A. 1. B. 3. C. 2. D. 4.

9. Cho các phát biểu sau:

(1) Trong liên kết cộng hóa trị, cặp electron chung bị lệch về phía nguyên tử có độ âm điện nhỏ hơn.

(2) Liên kết cộng hóa trị có cực được tạo thành giữa hai nguyên tử có hiệu độ âm điện trong khoảng từ 0,4 đến nhỏ hơn 1,7.

(3) Liên kết cộng hóa trị không cực được tạo nên từ các nguyên tử khác hẳn nhau về tính chất hóa học.

(4) Hiệu độ âm điện giữa hai nguyên tử lớn thì phân tử phân cực yếu.

Số phát biểu đúng là

A. 1. B. 2. C. 3. D. 4.

10. Phân tử nào sau đây là phân tử phân cực?

A. NH_3 B. H_2 C. O_2 D. CO_2

11. Dãy gồm các phân tử có cùng bản chất liên kết (cộng hóa trị hoặc ion) là

A. H_2, O_2, CO_2, KOH B. HCl, SO_2, H_2S, NH_3

C. NaCl, CaO, HCOONa, K_2S D. N_2, $KHCO_3$, H_2, HNO_3

12. Dãy gồm các chất mà phân tử chỉ có liên kết ion là

A. KF, $BaCl_2$, Al_2O_3, Na_2O. B. LiF, KCl, BaO_2, $CaBr_2$.

C. NaCl, BaO, NH_4NO_3, NaBr. D. NaHS, K_2S, $BaCl_2$, CaF_2.

13. Dãy chất nào dưới đây được sắp xếp theo chiều tăng dần sự phân cực liên kết trong phân tử?

A. F_2, KF, HF. B. KF, F_2, HF. C. F_2, HF, KF. D. KF, HF, F_2.

14. Khẳng định nào sau đây là *sai?*

A. Liên kết giữa kim loại và phi kim luôn là liên kết ion.

B. Liên kết π được hình thành do sự xen phủ bên giữa hai AO có trục song song với nhau.

C. Liên kết σ bền hơn liên kết π.

D. Số liên kết σ trong phân tử C_2H_6 là 7.

BỒI DƯỠNG TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

15. Chất nào sau đây đều chứa cả 3 loại liên kết (ion, cộng hoá trị, cho - nhận)?

A. $NaNO_3$ B. K_2CO_3. C. $NaHCO_3$. D. H_2SO_4

D. ĐÁP ÁN

1C	2D	3A	4C	5C	6D	7B	8A	9A	10A	11B	12A
13C	14A	15A									

E. HƯỚNG DẪN GIẢI NHANH

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1. a) Theo đề ra:

$$2Z_X + 1 = 35 \Rightarrow Z_X = 17 \text{ (Cl)}$$

Cấu hình electron:

$$Cl\ (Z = 17): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 \Rightarrow Cl^-: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$$

b) $N_X = 35 - 15 = 20 \Rightarrow A_X = 37$

c)
$$\begin{array}{ccccccc} Ca & + & 2Cl & \rightarrow & Ca^{2+} & + & 2Cl^- \xrightarrow{\text{hút}} CaCl_2 \\ [Ar]4s^2 & & [Ne]3s^2 3p^5 & & [Ar] & & [Ar] \end{array}$$

2. Trong phân tử CaO, canxi có điện hóa trị 2 + , oxi có điện hóa trị 2-.

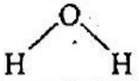
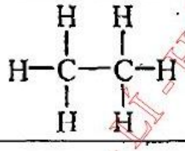
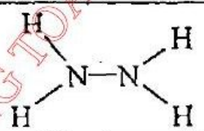
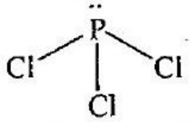
Trong phân tử Al_2O_3, nhôm có điện hóa trị 3 + , oxi có điện hóa trị 2-.

Trong phân tử NaCl, natri có điện hóa trị 1 + , clo có điện hóa trị 1-.

Trong phân tử KF, kali có điện hóa trị 1 + , oxi có điện hóa trị 1-.

Trong phân tử $CaCl_2$, canxi có điện hóa trị 2 + , clo có điện hóa trị 1-.

3.

Phân tử	*Công thức cấu tạo*	*Cộng hóa trị*
H_2O		- Nguyên tố O có cộng hóa trị 2 - Nguyên tố H có cộng hóa trị 1
C_2H_6		- Nguyên tố C có cộng hóa trị 4 - Nguyên tố H có cộng hóa trị 1
HCl	H—Cl	- Nguyên tố Cl có cộng hóa trị 1 - Nguyên tố H có cộng hóa trị 1
N_2H_4		- Nguyên tố N có cộng hóa trị 3 - Nguyên tố H có cộng hóa trị 1
PCl_3		- Nguyên tố P có cộng hóa trị 3 - Nguyên tố Cl có cộng hóa trị 1

4. a)

- Xác định A, B: Giả sử $Z_A < Z_B$. Ta có: $\overline{Z} = \dfrac{Z_A + Z_B}{2} = 13 \Rightarrow Z_A < 13$

$\Rightarrow$ A, B cách nhau 8 ô.

$$\begin{cases} Z_A + Z_B = 26 \\ Z_B - Z_A = 8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_A = 9(F) \\ Z_B = 17(Cl) \end{cases}$$

- Xác định X, Y:

$$Z_X + Z_Y = \frac{4.10^{-18}}{1{,}6.10^{-19}} = 25 \qquad (1)$$

X, Y đứng kế tiếp nhau trong một chu kì nên

$$Z_Y - Z_X = 1 \qquad (2)$$

Giải hệ (1), (2) ta được: $Z_X = 12$ (Mg) và $Z_Y = 13$ (Al)

b)

Mô tả sự hình thành liên kết giữa A (F) và X (Mg).

$$\underset{[Ne]3s^2}{Mg} + \underset{He]2s^22p^5}{2F} \rightarrow \underset{[Ne]}{Mg^{2+}} + \underset{[Ne]}{2F^-} \xrightarrow{hút} MgF_2$$

Liên kết giữa Mg^{2+} và F^- là liên kết ion.

5. a) Ta có hệ: $\begin{cases} 6Z_X + 8Z_Y = 220 \\ 2Z_X - 2Z_Y = 36 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_X = 26 \\ Z_Y = 8 \end{cases} \Rightarrow$ X là Fe và Y là O

- Vị trí:

Fe (Z = 26): $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^6$

$\Rightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$

$$\begin{cases} \text{Ô thứ 26} \\ \text{Chu kì 4} \\ \text{Nhóm VIIIB} \end{cases}$$

O (Z = 8): $1s^22s^22p^4$

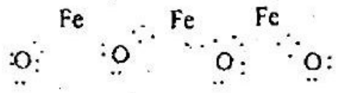
$$\begin{cases} \text{Ô thứ 8} \\ \text{Chu kì 2} \\ \text{Nhóm VIA} \end{cases}$$

b) Cấu hình electron: $Fe^{2+}: 1s^22s^22p^63s^23p^63d^6$

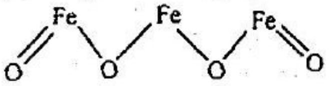
$Fe^{3+}: 1s^22s^22p^63s^23p^63d^5$

$O^{2-}: 1s^22s^22p^6$

c) Công thức electron và công thức cấu tạo của phân tử Fe_3O_4



$\Rightarrow$



Công thức electron *Công thức cấu tạo*

6. a) • Cấu hình electron đầy đủ của X: $1s^22s^22p^63s^23p^64s^1 \Rightarrow Z_X = \sum e = 19$

• Vị trí của X: $\begin{cases}\text{Ô thứ 19}\\ \text{Chu kì 4}\\ \text{Nhóm IA}\end{cases}$

• Tính chất hóa học cơ bản của K và hợp chất của nó:

- K là kim loại điển hình

- Hóa trị cao nhất với oxi là 1, công thức oxit cao nhất là K_2O và hiđroxit tương ứng là KOH

- K_2O là oxit bazơ và KOH là bazơ mạnh (bazơ kiềm)

• Công thức hợp chất khí với hiđro của Y là H_2Y. Ta có:

$$\%H = \frac{2}{M_Y + 2}.100\% = 5,88 \Rightarrow M_Y = 32 \Rightarrow \text{Y là S}$$

• Cấu hình electron của S (Z = 16): $1s^22s^22p^63s^23p^4$

$\Rightarrow$ Vị trí của S: $\begin{cases}\text{Ô thứ 16}\\ \text{Chu kì 3}\\ \text{Nhóm VIA}\end{cases}$

• Tính chất hóa học cơ bản của S và hợp chất của nó:

- S là phi kim mạnh.

- Hóa trị cao nhất với oxi là 6, công thức oxit cao nhất là SO_3 và hiđroxit tương ứng là H_2SO_4 (hay $S(OH)_6 \equiv H_2SO_4.2H_2O$)

- Hóa trị với hiđro là 2, công thức hợp chất khí với hiđro là H_2S

- SO_3 là oxit axit và H_2SO_4 là axit rất mạnh

b) Giải thích sự hình thành liên kết:

$$\begin{array}{ccccccc} 2K & + & S & \rightarrow & 2K^+ & + & S^{2-}\\ [Ar]\,4s^1 & & [Ne]\,3s^23p^4 & & [Ar] & & [Ar]\end{array}$$

Các ion K^+ và S^{2-} được tạo thành có điện tích trái dấu, hút nhau tạo nên liên kết ion trong phân tử K_2S.

7. a) Từ dữ kiện bài toán ta lập được hệ:

$$\begin{cases}2(2Z_M + N_M) + 2(2Z_X + N_X) = 164\\ 4Z_M - 2N_M + 4Z_X - 2N_X = 52\\ Z_M + N_M - Z_X - N_X = 23\\ 2Z_M + N_M - 1 - (4Z_X + 2N_X + 2) = 7\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}Z_M = 19\\ N_M = 20\\ Z_X = 8\\ N_X = 8\end{cases}$$

M là kali (K), X là oxi (O). Hợp chất đã cho là K_2O_2.

b)

Công thức electron	*Công thức cấu tạo*	*Các loại liên kết*
K^+ :Ö : Ö: K^+	$K^{\oplus}\,{}^{\ominus}O-O^{\ominus}K^{\oplus}$	- 2 liên kết ion K^+O^- - 1 liên kết cộng hoá trị không cực O-O

8. a) Theo đề ra, ta có hệ:

$$\begin{cases} 2(Z_A + Z_B + Z_C) + (N_A + N_B + N_C) = 82 & (1) \\ 2(Z_A + Z_B + Z_C) - (N_A + N_B + N_C) = 22 & (2) \\ A_B - A_C = 10A_A & (3) \\ A_B + A_C = 27A_A & (4) \end{cases}$$

Từ (1) và (2): $(Z_A + Z_B + Z_C) = 26$; $(N_A + N_B + N_C) = 30$

$\Rightarrow A_A + A_B + A_C = 56$ (5)

Giải hệ (3), (4), (5) ta được: $A_A = 2$; $A_B = 37$; $A_C = 17$

Kết hợp với $Z_A + Z_B + Z_C = 26$ ta tìm được: $Z_A = 1$ (H), $Z_B = 17$ (Cl), $Z_C = 8$ (O)

$\Rightarrow$ Công thức của X là HClO.

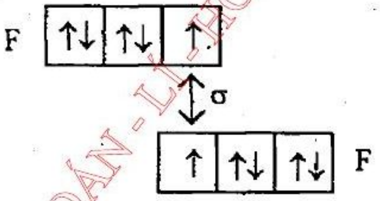
b)

Công thức electron	*Công thức cấu tạo*	*Các loại liên kết*
H :Ö: C̤̈l:	H—O—Cl	- 1 liên kết CHT H-O - 1 liên kết CHT O-Cl

9. • Phân tử F_2:

F (Z = 9): [He]$2s^22p^5$ $\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow}$

Khi hình thành phân tử F_2, mỗi nguyên tử F góp chung 1 electron độc thân để tạo 1 liên kết σ.



:F̤̈ : F̤̈: ⇒ F—F

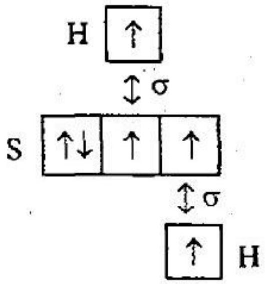
Công thức electron   Công thức cấu tạo

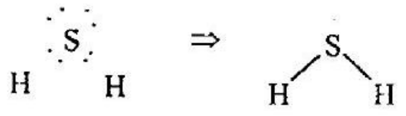
• Phân tử H_2S:

H (Z = 1): $1s^1$ $\boxed{\uparrow}$

S (Z = 16): [Ne]$3s^23p^4$ $\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}$

Khi hình thành phân tử H_2S, nguyên tử S đã dùng 2 electron độc thân góp chung với hai electron độc thân của hai nguyên tử H tạo 2 liên kết σ.

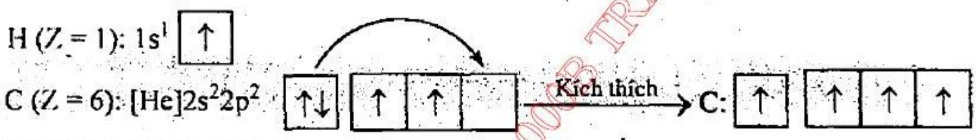


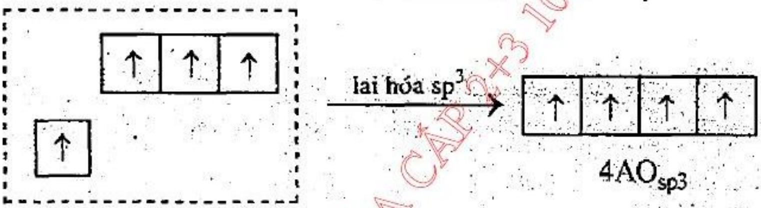


Công thức electron

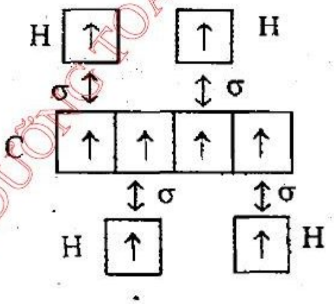
Công thức cấu tạo

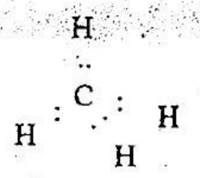
• Phân tử CH_4:


H (Z = 1): 1s¹
↑
C (Z = 6): [He]2s²2p²
↑↓ ↑ ↑
Kích thích
C: ↑ ↑ ↑ ↑

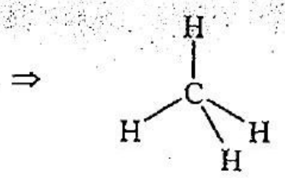

↑ ↑ ↑
↑
lai hóa sp³
↑ ↑ ↑ ↑
4AO$_{sp3}$

Nguyên tử C ở trạng thái kích thích lai hóa sp^3 (lai hóa tứ diện). Khi hình thành phân tử CH_4 có sự xen phủ của 4 AO_{sp^3} chứa electron độc thân với 4 AO_{1s} chứa electron độc thân của 4 nguyên tử H, tạo 4 liên kết σ. Phân tử CH_4 có cấu trúc tứ diện đều.



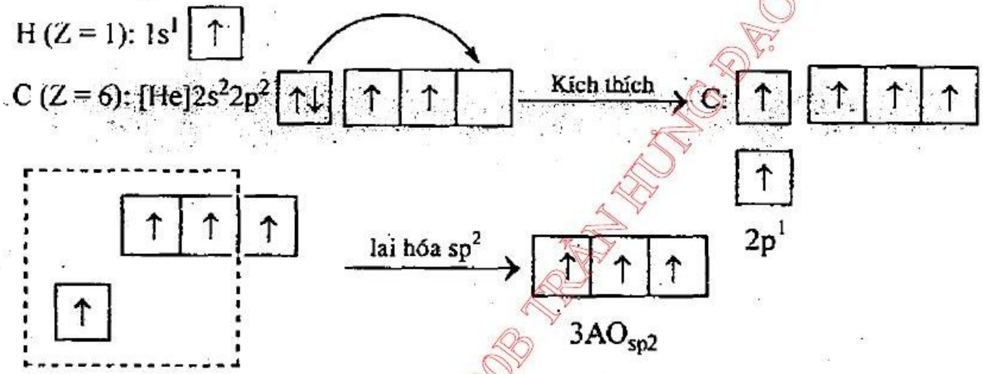


Công thức electron

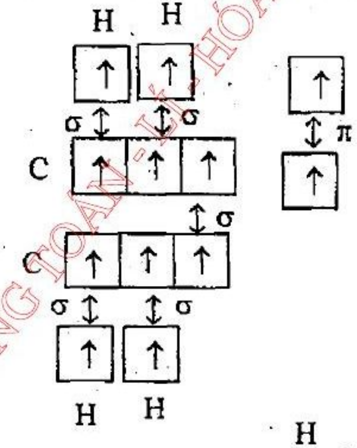


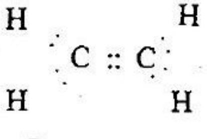
Công thức cấu tạo

• Phân tử C_2H_4:

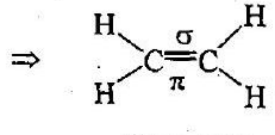

H (Z = 1): 1s¹ ↑
C (Z = 6): [He]2s²2p² ↑↓ ↑ ↑
Kích thích
C: ↑ ↑ ↑ ↑
↑
2p¹
↑ ↑ ↑
↑
lai hóa sp²
↑ ↑ ↑
3AOsp2

Nguyên tử C ở trạng thái kích thích lai hóa sp^2 (lai hóa tam giác). Khi hình thành phân tử C_2H_4, mỗi nguyên tử C đã dùng $2AO_{sp}{}^2$ chứa electron độc thân để xen phủ với $2AO_{1s}$ chứa electron độc thân của 2 nguyên tử H tạo 2 liên kết σ. AO_{sp^2} còn lại xen phủ với AO_{sp^2} của nguyên tử C kia tạo 1 liên kết σ. Ngoài ra, mỗi nguyên tử C còn 1 obitan 2p chứa electron độc thân chưa tham gia lai hóa có trục song song với nhau đã xen phủ bên với nhau tạo liên kết 1π.


H
H
σ
σ
π
C
σ
C
σ
σ
H
H

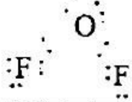
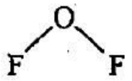
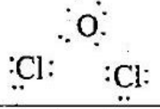
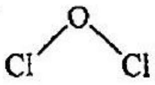
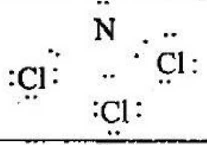
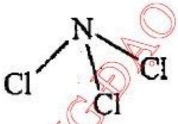
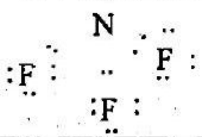
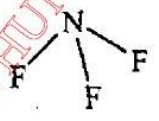


Công thức electron



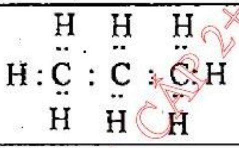
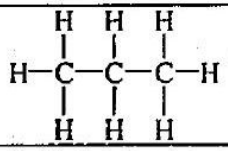
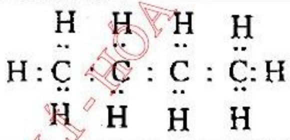
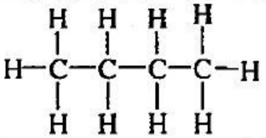
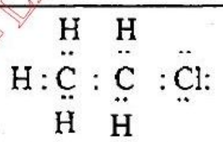
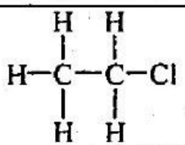
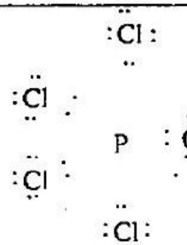
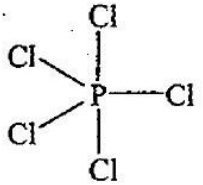
Công thức cấu tạo

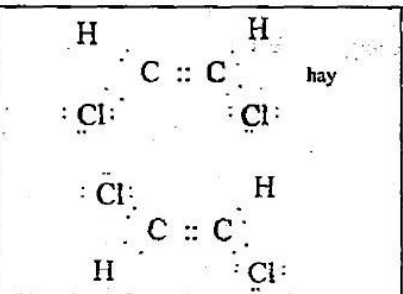
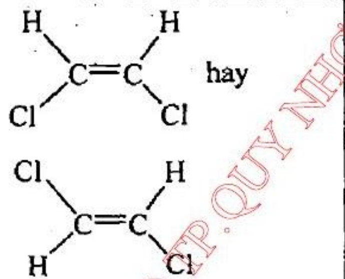
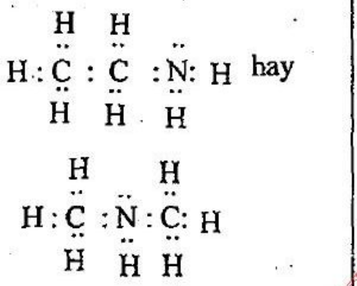
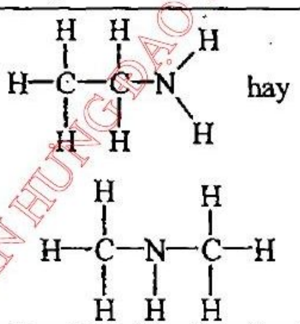
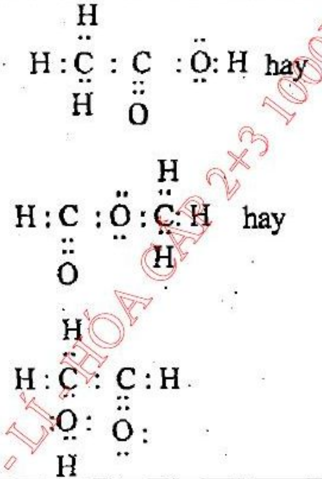
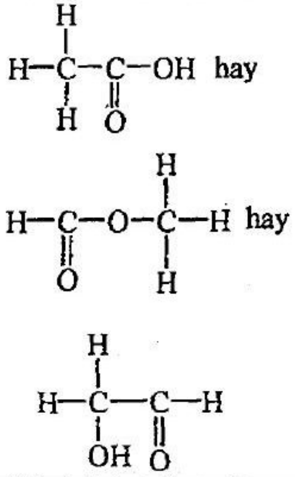
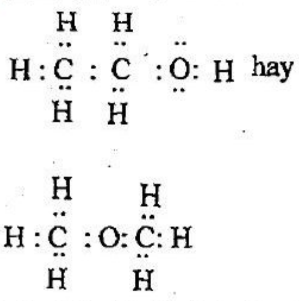
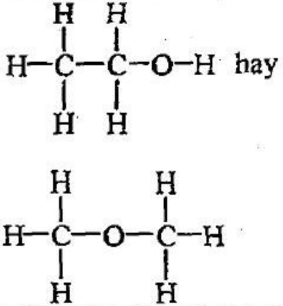
10.

Phân tử	*Công thức electron*	*Công thức cấu tạo*
F_2O		
Cl_2O		
ClF	:Cl : F:	Cl—F
NCl_3		
NF_3		

Phân tử NF_3 có liên kết N - F phân cực nhất vì tạo bởi nguyên tử F có độ âm điện lớn nhất và nguyên tử N có độ âm điện bé nhất.

11. a)

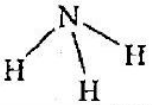
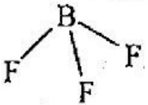
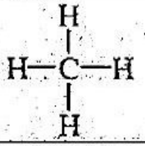
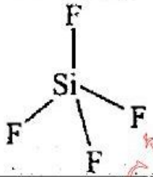
Phân tử	Công thức electron	Công thức cấu tạo
CS_2	:S:: C ::S:	S=C=S
C_3H_8		
C_4H_{10}		
C_2H_5Cl		
PCl_5		

$C_2H_2Cl_2$		
C_2H_7N		
$C_2H_4O_2$		
C_2H_6O		
NO	:N::O:	N=O

b) Trường hợp PCl_5 và NO không phù hợp quy tắc bát tử (8 electron).

12. Ta có:

$_5A \equiv B$, $_7B \equiv N$, $_9C \equiv F$, $_{14}D \equiv Si$, $_1E \equiv H$, $_6F \equiv C$, $_8G \equiv O$.

Ý	Sản phẩm	Công thức cấu tạo của sản phẩm	Bản chất liên kết
a)	NB	$:N\equiv B$	Có 3 liên kết cộng hóa trị có cực N–B.
b)	F_2	F–F	Có 1 liên kết cộng hóa trị không cực F–F.
c)	H_2	H–H	Có 1 liên kết cộng hóa trị không cực H–H.
d)	NH_3		Có 3 liên kết cộng hóa trị có cực N–H
e)	BF_3		Có 3 liên kết cộng hóa trị có cực B–F.
f)	CH_4	 CH_4	Có 4 liên kết cộng hóa trị có cực C–H.
g)	CO_2	O=C=O	Có 4 liên kết cộng hóa trị có cực C–O.
h)	SiO_2	O=Si=O	Có 4 liên kết cộng hóa trị có cực Si–O.
i)	SiF_4		Có 4 liên kết cộng hóa trị có cực Si–F.

13. Sự hình thành liên kết ion:

$K + Cl \rightarrow K^+ + Cl^- \xrightarrow{\text{hút}} KCl$
$[Ar]4s^1 \quad [Ne]3s^23p^5 \quad [Ar] \quad [Ar]$

$Al + 3F \rightarrow Al^{3+} + 3F^- \xrightarrow{\text{hút}} AlF_3$
$[Ne]3s^23p^1 \quad [He]2s^22p^5 \quad [Ne] \quad [Ne]$

$2Al + 3O \rightarrow 2Al^{3+} + 3O^{2-} \xrightarrow{\text{hút}} Al_2O_3$
$[Ne]3s^23p^1 \quad [He]2s^22p^4 \quad [Ne] \quad [Nc]$

$Ca + 2Cl \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^- \xrightarrow{\text{hút}} CaCl_2$
$[Ar]4s^1 \quad [Ne]3s^23p^5 \quad [Ar] \quad [Ar]$

$Mg + 2Br \rightarrow Mg^{2+} + 2Br^- \xrightarrow{\text{hút}} MgBr_2$
$[Ne]3s^2 \quad [Ar]3d^{10}4s^24p^5 \quad [Ne] \quad [Kr]$

$2Na + S \rightarrow 2Na^+ + S^{2-} \xrightarrow{\text{hút}} Na_2S$
$[Ne]3s^1 \quad [Ne]3s^23p^4 \quad [Ne] \quad [Ar]$

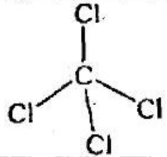
$$\begin{array}{lllll} 2K & + \; O & \rightarrow \; 2K^+ & + \; O^{2-} & \xrightarrow{\text{hút}} K_2O \\ [Ar]4s^1 & [He]2s^22p^4 & [Ar] & [Ne] & \end{array}$$

$$\begin{array}{lllll} 3Zn & + \; 2P & \rightarrow \; 3Zn^{2+} & + \; 2P^{3-} & \xrightarrow{\text{hút}} Zn_3P_2 \\ [Ar]3d^{10}4s^2 & [Ne]3s^23p^3 & [Ar]3d^{10} & [Ar] & \end{array}$$

$$\begin{array}{lllll} Ba & + \; O & \rightarrow \; Ba^{2+} & + \; O^{2-} & \xrightarrow{\text{hút}} BaO \\ [Xe]6s^2 & [He]2s^22p^4 & [Xe] & [Ne] & \end{array}$$

14. Ta có:

${}_{11}A \equiv Na$, ${}_{12}B \equiv Mg$, ${}_{13}C \equiv Al$, ${}_{8}D \equiv O$, ${}_{9}E \equiv F$, ${}_{6}F \equiv C$, ${}_{56}G \equiv Ba$, ${}_{17}H \equiv Cl$.

Ý	Sản phẩm	Công thức cấu tạo của sản phẩm	Bản chất liên kết
a)	NaF	$Na^+[:\ddot{\underset{..}{F}}:]^-$	Có 1 liên kết ion.
b)	$MgCl_2$	$Mg^{2+}2[:\ddot{\underset{..}{Cl}}:]^-$	Có 2 liên kết ion.
c)	Al_2O_3	$2Al^{3+}3[:\ddot{\underset{..}{O}}:]^{2-}$	Có 3 liên kết ion.
d)	$BaCl_2$	$Ba^{2+}2[:\ddot{\underset{..}{Cl}}:]^-$	Có 2 liên kết ion.
e)	BaO hoặc BaO_2	$Ba^{2+}[:\ddot{\underset{..}{O}}:]^2$ hoặc ${}^-O-O^-$ Ba^{2+}	Có 1 liên kết ion hoặc có 1 liên kết ion và 1 liên kết cộng hóa trị không cực O-O.
f)	Na_2O hoặc Na_2O_2	$2Na^+[:\ddot{\underset{..}{O}}:]^2$ hoặc $Na^+\ {}^-O-O^-\ Na^+$	Có 2 liên kết ion hoặc 2 liên kết ion và 1 liên kết cộng hóa trị không cực O-O.
g)	CO_2	$O=C=O$	Có 4 liên kết cộng hóa trị có cực C–O.
h)	CCl_4		Có 4 liên kết cộng hóa trị có cực C–Cl.
i)	Cl_2	Cl—Cl	Có 1 liên kết cộng hóa trị không cực Cl–Cl.

15.

Phân tử	Hiệu độ âm điện	Bản chất liên kết
KBr	$\Delta\chi = \chi_{Br} - \chi_K = 2{,}96 - 0{,}82 = 2{,}14$	Có 1 liên kết ion.
Br_2	$\Delta\chi = \chi_{Br} - \chi_{Br} = 2{,}96 - 2{,}96 = 0{,}00$	Có 1 liên kết cộng hóa trị không cực Br-Br.

BaF_2	$\Delta\chi = \chi_F - \chi_{Ba} = 3,98 - 0,89 = 3,09$	Có 2 liên kết ion.
CaO	$\Delta\chi = \chi_O - \chi_{Ca} = 3,44 - 1,00 = 2,44$	Có 1 liên kết ion.
H_2O	$\Delta\chi = \chi_O - \chi_H = 3,44 - 2,20 = 1,24$	Có 2 liên kết cộng hóa trị có cực H-O.
K_2O	$\Delta\chi = \chi_O - \chi_K = 3,44 - 0,82 = 2,62$	Có 2 liên kết ion.
Na_2O_2	$\Delta\chi_{Na-O} = \chi_O - \chi_{Na} = 3,44 - 0,93 = 2,51$ $\Delta\chi_{O-O} = \chi_O - \chi_O = 3,44 - 3,44 = 0,00$	Có 2 liên kết ion và 1 liên kết cộng hóa trị không cực O-O.
$NaOH$	$\Delta\chi_{O-H} = \chi_O - \chi_H = 3,44 - 2,20 = 1,24$ $\Delta\chi_{Na-O} = \chi_O - \chi_{Na} = 3,44 - 0,93 = 2,51$	Có 1 liên kết ion và 1 liên kết cộng hóa trị có cực O–H.
$Ba(OH)_2$	$\Delta\chi_{O-H} = \chi_O - \chi_H = 3,44 - 2,20 = 1,24$ $\Delta\chi_{Ba-O} = \chi_O - \chi_{Ba} = 3,44 - 0,89 = 2,55$	Có 2 liên kết cộng hóa trị có cực O–H và 2 liên kết ion.
CS_2	$\Delta\chi_{C-S} = \chi_S - \chi_C = 2,58 - 2,55 = 0,03$ $\Delta\chi_{S-S} = \chi_S - \chi_S = 2,58 - 2,58 = 0,00$	Có 2 liên kết cộng hóa trị không cực C–S và 1 liên kết cộng hóa trị không cực S - S.
KHS	$\Delta\chi_{S-H} = \chi_S - \chi_H = 2,58 - 2,20 = 0,38$ $\Delta\chi_{S-K} = \chi_S - \chi_S = 2,58 - 0,82 = 1,76$	Có 1 liên kết cộng hóa trị không cực H–S và 1 liên kết ion.
H_2O_2	$\Delta\chi_{O-H} = \chi_O - \chi_H = 3,44 - 2,20 = 1,24$ $\Delta\chi_{O-O} = \chi_O - \chi_O = 3,44 - 3,44 = 0,00$	Có 1 liên kết cộng hóa trị không cực O–O và 1 liên kết cộng hóa trị có cực O–H.
$FeCl_2$	$\Delta\chi_{Fe-Cl} = \chi_{Cl} - \chi_{Fe} = 3,16 - 1,83 = 1,33$	Có 2 liên kết cộng hóa trị có cực Fe–Cl.

Chú ý: Dùng độ âm điện để phân loại liên kết hóa học chỉ là tương đối, còn có những ngoại lệ không phù hợp với thực nghiệm.

16. $X + HCl \rightarrow H_2\uparrow \Rightarrow$ X là kim loại đứng trước H_2

Vì X thuộc nhóm A $\Rightarrow$ X thuộc nhóm IA, IIA, IIIA hoặc IVA.

Y kết hợp được với X $\Rightarrow$ Y là phi kim $\Rightarrow$ Y thuộc nhóm IVA, VA, VIA hoặc VIIA $\Rightarrow$ Cấu hình electron hóa trị của Y: ns^2np^b $(2 \le b \le 5)$.

$\Rightarrow$ Số lớp electron trong nguyên tử X = 2 + b $\Rightarrow$ X thuộc chu kì 2 + b

Do $Z_X = 7Z_Y \Rightarrow Z_X$ chia hết cho 7 vì Z_y là số nguyên.

• b = 2 $\Rightarrow$ X thuộc chu kì 4 $\Rightarrow$ X có thể là K (Z = 19) (loại); Ca (Z = 20) (loại); Ga (Z = 21) $\Rightarrow Z_Y = 21 : 7 = 3$ (Li) (loại).

• b = 3 ⇒ X thuộc chu kì 5 ⇒ X có thể là Rb (Z = 37) (loại); Sr (Z = 38) (loại); Sn (Z = 50) (loại); In (Z = 49) ⇒ Z_Y = 49: 7 = 7 (N) (nhận).

Cấu hình electron:

In: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^64d^{10}5s^25p^1 \equiv [Kr]4d^{10}5s^25p^1$

N: $1s^22s^22p^3$

• b = 4 ⇒ X thuộc chu kì 6 ⇒ X có thể là Cs (Z = 55) (loại); Tl (Z = 81) (loại); Pb (Z = 82) (loại); Ba (Z = 56) ⇒ Z_Y = 56: 7 = 8 (O) (nhận).

Cấu hình electron: Ba: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^64d^{10}5s^25p^66s^2 = [Xe]6s^2$

O: $1s^22s^22p^4$

• b = 5 ⇒ X thuộc chu kì 7 ⇒ X có thể là Fr (Z = 87) (loại); Ra (Z = 88) (loại).

II. BÀI TRẮC NGHIỆM

3. Chọn A

Các hợp chất $(NH_4)_2SO_4$, K_3PO_4, NH_4Cl, $BaCl_2$ có liên kết ion trong phân tử

4. Chọn C

Phân tử	Hiệu độ âm điện (Δχ)
MgO	3,44 - 1,31 = 2,13
CO_2	3,44 - 2,55 = 0,89
CH_4	2,55 - 2,2 = 0,35
Cl_2O	3,44 - 3,16 = 0,28

Liên kết A-B là liên kết cộng hoá trị nếu 0,4 ≤ Δχ < 1,7 ⇒ Các chất có kiểu liên kết cộng hoá trị có cực là CO_2.

5. Chọn C

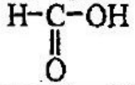
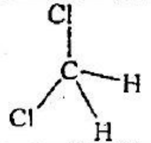
Theo đề ra, cấu hình electron của X:

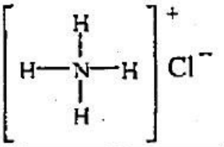
$1s^22s^22p^63s^23p^4 \Rightarrow Z_X = 16$ (S)

$$Z_Y = \frac{30,4.10^{-19}}{1,6.10^{-19}} = 19\ (K)$$

Liên kết K và S trong K_2S là liên kết ion.

6. Chọn D

Công thức hoá học	Công thức cấu tạo	Các loại liên kết
A. HCOOH	 $H-\underset{\underset{O}{\parallel}}{C}-OH$	- Liên kết cộng hoá trị C–H, C–O và O–H
B. $BaCl_2$	$Ca^{2+}2Cl^-$	- Liên kết ion giữa Ca^{2+} và Cl^-
C. CH_2Cl_2		- Liên kết cộng hoá trị C-H và C-Cl

D. NH_4Cl		- Liên kết cộng hoá trị N-H - Liên kết ion giữa NH_4^+ và Cl^-.

7. Chọn B

Các tinh thể phân tử đều dễ nóng chảy và dễ bay hơi vì các phân tử liên kết với nhau bằng lực tương tác yếu.

8. Chọn A

Phân tử	Hiệu độ âm điện (Δχ)
CaO	3,44 - 1,00 = 2,44
SiO_2	3,44 - 1,90 = 1,54
H_2S	2,58 - 2,20 = 0,38
Cl_2O_7	3,44 - 3,16 = 0,28
Al_2O_3	3,44 - 1,61 = 1,83

Liên kết A-B là liên kết cộng hoá trị nếu $0,4 \le \Delta\chi < 1,7$

⇒ Các chất có kiểu liên kết cộng hoá trị có cực là SiO_2.

O CHƯƠNG IV

PHẢN ỨNG OXI HÓA - KHỬ

A. LÍ THUYẾT CƠ BẢN VÀ NÂNG CAO

I. PHẢN ỨNG OXI HOÁ - KHỬ

1. Số oxi hoá

- Số oxi hoá của một nguyên tố trong phân tử là điện tích của nguyên tử nguyên tố đó trong phân tử, nếu giả định rằng liên kết giữa các nguyên tử trong phân tử là liên kết ion.

- Số oxi hoá được xác định theo các nguyên tắc sau:

• *Qui tắc 1:* Số oxi hoá của nguyên tố trong các đơn chất bằng không. *Thí dụ:* Số oxi hoá của Na, Fe, H_2, N_2, O_2, Cl_2, ... đều bằng không.

• *Qui tắc 2:* Trong hầu hết các hợp chất, số oxi hoá của hiđro bằng +1, trừ hiđrua kim loại (NaH, CaH_2, ...). Số oxi hoá của oxi bằng -2, trừ trường hợp OF_2 và peoxit (chẳng hạn H_2O_2, Na_2O_2, ...). Kim loại luôn có số oxi hoá dương và bằng hoá trị của nó trong hợp chất.

• *Qui tắc 3:* Trong một phân tử, tổng số oxi hoá của các nguyên tố bằng không.

• *Qui tắc 4:* Số oxi hóa của các ion đơn nguyên tử bằng điện tích của ion đó. Trong ion đa nguyên tử, tổng số oxi hoá của các nguyên tố bằng điện tích của ion.

Thí dụ: Tính số oxi hoá của nguyên tố nitơ trong các hợp chất và ion sau:

N_2O, NH_3, HNO_3, NH_4^+, NO_3^-

Đặt x là số oxi hoá của nguyên tố nitơ trong các hợp chất và ion trên, ta có:

- Trong N_2O: $2x + (-2) = 0 \Rightarrow x = +1$
- Trong NH_3: $x + 3.(+1) = 0 \Rightarrow x = -3$
- Trong HNO_3: $(+1) + x + 3.(-2) = 0 \Rightarrow x = +5$
- Trong NH_4^+: $x + 4.(+1) = +1 \Rightarrow x = -3$
- Trong NO_3^-: $x + 3.(-2) = -1 \Rightarrow x = +5$

• *Cách ghi số oxi hoá:* Số oxi hoá được đặt phía trên kí hiệu của nguyên tố. Ghi dấu trước, số sau: *Thí dụ:*

$\overset{+4}{C}\overset{-2}{O_2}$ $\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_4}{}^{2-}$ $\overset{+1}{K_2}\overset{+6}{Cr_2}\overset{-2}{O_7}$

2. Phản ứng oxi hoá - khử

- *Chất khử* là chất *nhường electron* hay là *chất có số oxi hoá tăng* sau phản ứng. *Chất khử* còn được gọi là *chất bị oxi hoá.*

- *Chất oxi hoá* là chất *nhận electron* hay là *chất có số oxi hoá giảm* sau phản ứng. *Chất oxi hoá* còn được gọi là *chất bị khử.*

- *Sự oxi hóa* (quá trình oxi hoá) một chất là *làm cho chất đó nhận electron* hay *làm tăng số oxi hoá* của chất đó.

- *Sự khử* (quá trình khử) một chất là *làm cho chất đó nhận electron* hay *làm giảm số oxi hoá* của chất đó.

- *Phản ứng oxi hoá - khử là phản ứng hoá học trong đó có sự chuyển electron giữa các chất phản ứng; hay phản ứng oxi hoá - khử là phản ứng hoá học trong đó có sự thay đổi số oxi hoá của một số nguyên tố.*

Lưu ý: "Chất" ở đây được hiểu theo nghĩa rộng, có thể là nguyên tử, phân tử hoặc ion.

Thí dụ:

$$\overset{+8/3}{Fe_3}O_4 + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+3}{Fe}(NO_3)_3 + \overset{+2}{N}O\uparrow + H_2O$$

Chất khử: Fe_3O_4

Chất oxi hóa: HNO_3

Sự khử: $N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2}$

Sự oxi hóa: $3Fe^{+8/3} \rightarrow 3Fe^{+3} + 1e$

3. Các phương pháp cân bằng phản ứng oxi hoá - khử

a) Nguyên tắc chung

Tổng số electron của chất khử cho bằng tổng số electron của chất oxi hoá nhận, hay nói cách khác, tổng độ tăng số oxi hoá của chất khử bằng tổng độ giảm số oxi hoá của chất oxi hoá.

b) Phương pháp thăng bằng electron

Tiến hành theo 4 bước.

Bước 1: Xác định số oxi hóa của những nguyên tố có số oxi hóa thay đổi.

Bước 2: Viết quá trình oxi hóa và quá trình khử, cân bằng mỗi quá trình. Tìm hệ số thích hợp sao cho *tổng số electron do chất khử nhường bằng tổng số electron mà chất oxi hóa nhận.*

Bước 3: Đặt hệ số tìm được ở bước 2 vào phương trình phản ứng.

Bước 4: Cân bằng các cấu tử (phân tử, ion) không tham gia quá trình oxi hoá – khử (nếu có) theo thứ tự sau:

(1) Số nguyên tử kim loại

(2) Gốc axit

(3) Số nguyên tử hiđro.

Thí dụ: Lập phương trình hóa học của phản ứng oxi hóa – khử sau:

$Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + N_2O\uparrow + H_2O$

Giải

- Bước 1: $\overset{0}{Al} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+3}{Al}(NO_3)_3 + \overset{+1}{N_2}O\uparrow + H_2O$
- Bước 2:

$$\begin{array}{r|l} 8\times & \overset{0}{Al} \rightarrow \overset{+3}{Al} + 3e \\ 3\times & 2\overset{+5}{N} + 8e \rightarrow 2\overset{+1}{N} \end{array}$$

- Bước 3:

$$8Al + 6HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O\uparrow + H_2O$$

- Bước 4:

Ta thấy, ngoài sáu phân tử HNO_3 đóng vai trò là chất oxi hoá (bị khử thành ba phân tử N_2O) còn phải đặt thêm vào 24 phân tử HNO_3 (làm nhiệm vụ môi trường) để cung cấp 24 ion NO_3^- liên kết kết với 8 ion Al^{3+}.

$$8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O\uparrow + H_2O$$

Cuối cùng cân bằng số nguyên tử hiđro hai vế ta được:

$$8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O\uparrow + 15H_2O$$

Chú ý:

(1) Khi cân bằng, nếu trong 1 phân tử có đồng thời 2 hay 3 nguyên tố trở lên có số oxi hóa tăng thì ta coi phân tử như một đơn chất và tiến hành cân bằng bình thường. Khi đó, số electron mà chất khử nhường đi luôn bằng tổng điện tích dương ở vế bên phải, để đảm bảo tổng điện tích bằng không như vế bên trái.

Thí dụ: Lập phương trình hóa học của phản ứng oxi hóa – khử sau:

$$Cu_2S + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + NO\uparrow + H_2O$$

Giải

$$\begin{array}{ll} \overset{0}{Cu_2S} \rightarrow 2\overset{+2}{Cu} + \overset{+6}{S} + 10e & x\,3 \\ \overset{+5}{N} + 3e \rightarrow \overset{+2}{N} & x\,10 \\ \hline \end{array}$$

$3Cu_2S + 10HNO_3 \rightarrow 6Cu(NO_3)_2 + 3H_2SO_4 + 10NO\uparrow + H_2O$

Cân bằng gốc axit và số nguyên tử hiđro hai vế ta được:

$3Cu_2S + 22HNO_3 \rightarrow 6Cu(NO_3)_2 + 3H_2SO_4 + 10NO\uparrow + 8H_2O$

(2) Đối với các phản ứng tạo ra nhiều sản phẩm (của sự oxi hoá hay sự khử) trong đó có nhiều số oxi hoá khác nhau thì có thể viết riêng từng bán phản ứng khử (hoặc oxi hóa) rồi cộng gộp lại sau khi đã nhân với hệ số tỉ lệ thể tích (hoặc số mol) giữa các sản phẩm.

Thí dụ: Lập phương trình hóa học của phản ứng oxi hóa – khử sau:

$Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + N_2\uparrow + N_2O\uparrow + H_2O$

Biết $V_{N_2} : V_{N_2O} = 5 : 4$.

Giải

$$\begin{array}{l|l} 2\overset{+5}{N} + 10e \rightarrow \overset{0}{N_2} & x\,5 \\ 2\overset{+5}{N} + 8e \rightarrow 2\overset{+1}{N} & x\,4 \\ \hline 18\overset{+5}{N} + 82e \rightarrow 5\overset{0}{N_2} + 8\overset{+1}{N} & x\,3 \\ \overset{0}{Al} + 3e \rightarrow \overset{+3}{Al} & x\,82 \\ \hline \end{array}$$

$82Al + 54HNO_3 \rightarrow 82Al(NO_3)_3 + 15N_2\uparrow + 12N_2O\uparrow + H_2O$

Cân bằng gốc axit và số nguyên tử hiđro hai vế ta được:

$82Al + 300HNO_3 \rightarrow 82Al(NO_3)_3 + 15N_2\uparrow + 12N_2O\uparrow + 150H_2O$

(3) Đối với phản ứng oxi hóa – khử có hệ số bằng chữ thì cần xác định đúng sự tăng, giảm số oxi hóa của các nguyên tố.

Thí dụ: Lập phương trình hóa học của phản ứng oxi hóa – khử sau:

a) $Fe + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + N_xO_y\uparrow + H_2O$

b) $Fe_xO_y + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + H_2O$

Giải

a)

$$\begin{array}{l|l} \overset{0}{Fe} \rightarrow \overset{+3}{Fe} + 3e & x\,(5x - 2y) \\ x\overset{+5}{N} + (5x - 2y)e \rightarrow x\overset{+2y/x}{N} & x\,3 \\ \hline \end{array}$$

$(5x - 2y)Fe + 3xHNO_3 \rightarrow (5x - 2y)Fe(NO_3)_3 + 3N_xO_y\uparrow + H_2O$

Cân bằng gốc axit và số nguyên tử hiđro hai vế ta được:

$(5x - 2y)Fe + (18x - 6y)HNO_3 \rightarrow (5x - 2y)Fe(NO_3)_3 + 3N_xO_y\uparrow + (9x - 3y)H_2O$

b)

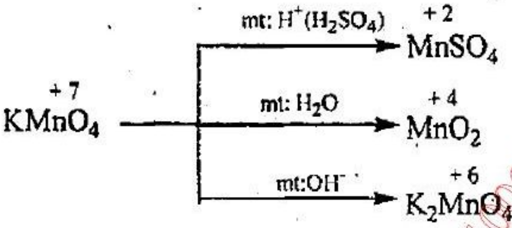
$$\begin{array}{l|l} \overset{+5}{N} + 3e \rightarrow \overset{+2}{N} & x\,(3x - 2y) \\ x\overset{+2y/x}{Fe} \rightarrow x\overset{+3}{Fe} + (3x - 2y)e & x\,3 \end{array}$$

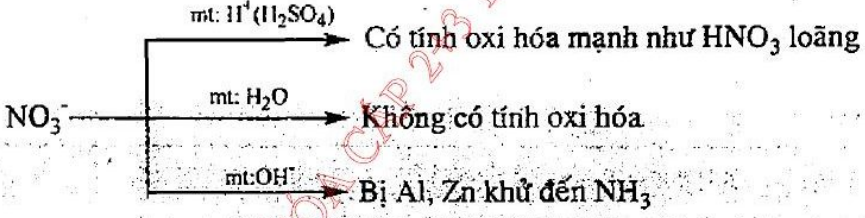
$$3Fe_xO_y + (3x - 2y)HNO_3 \rightarrow 3xFe(NO_3)_3 + (3x - 2y)NO + H_2O$$

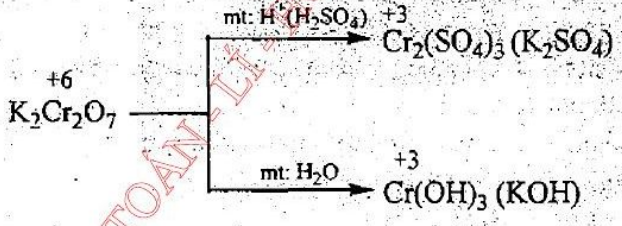
Cân bằng gốc axit và số nguyên tử hiđro hai vế ta được:

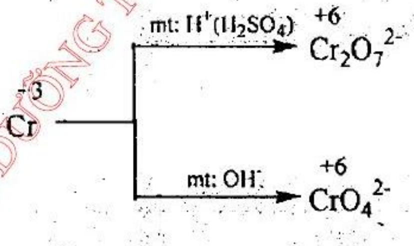
$3Fe_xO_y + (12x - 2y)HNO_3 \rightarrow 3xFe(NO_3)_3 + (3x - 2y)NO\uparrow + (6x - y)H_2O$

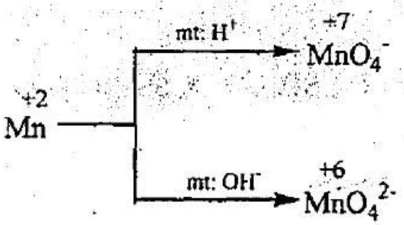
(4) Ảnh hưởng của môi trường: Trong một số chất thì tác nhân oxi hóa, tác nhân khử phụ thuộc vào môi trường tiến hành phản ứng.


$\overset{+7}{KMnO_4}$
mt: $H^+(H_2SO_4)$
$\overset{+2}{MnSO_4}$
mt: H_2O
$\overset{+4}{MnO_2}$
mt: OH^-
$\overset{+6}{K_2MnO_4}$


NO_3^-
mt: $H^+(H_2SO_4)$
Có tính oxi hóa mạnh như HNO_3 loãng
mt: H_2O
Không có tính oxi hóa
mt: OH^-
Bị Al, Zn khử đến NH_3


$\overset{+6}{K_2Cr_2O_7}$
mt: $H^+(H_2SO_4)$
$\overset{+3}{Cr_2(SO_4)_3}$ (K_2SO_4)
mt: H_2O
$\overset{+3}{Cr(OH)_3}$ (KOH)


$\overset{+3}{Cr}$
mt: $H^+(H_2SO_4)$
$\overset{+6}{Cr_2O_7^{2-}}$
mt: OH^-
$\overset{+6}{CrO_4^{2-}}$



Thí dụ: Xác định sản phẩm và cân bằng các phản ứng sau theo phương pháp thăng bằng electron:

a) $Fe + KMnO_4 + H_2SO_4$ loãng →

b) $C_2H_4 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow C_2H_4(OH)_2 + ...$

c) $Na_2SO_3 + KMnO_4 + KOH \rightarrow$

d) $H_2S + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$ loãng →

e) $Cu + NaNO_3 + HCl \rightarrow NO + ...$

g) $Cl_2 + CrCl_3 + KOH \rightarrow$

h) $MnSO_4 + KClO_3 + KOH$ nóng chảy → $KCl + ...$

i) $MnSO_4 + PbO_2 + HNO_3 \rightarrow Pb(NO_3)_2 + PbSO_4 + ...$

Giải

a) $$\overset{0}{Fe} + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{+3}{Fe_2}(SO_4)_3 + \overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 5x & 2Fe^0 \rightarrow 2Fe^{+3} + 6e \\ 6x & Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{+2} \end{array}$$

$$10Fe + 6KMnO_4 + 24H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 6MnSO_4 + 3K_2SO_4 + 24H_2O$$

b) $$\overset{-2}{C_2}H_4 + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2O \rightarrow \overset{-1}{C_2}H_6O_2 + \overset{+4}{Mn}O_2 + KOH$$

$$\begin{array}{l|l} 3x & 2C^{-2} \rightarrow 2C^{-1} + 2e \\ 2x & Mn^{+7} + 3e \rightarrow Mn^{+4} \end{array}$$

$$3C_2H_4 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3C_2H_6O_2 + 2MnO_2 + 2KOH$$

c) $$Na_2\overset{+4}{S}O_3 + K\overset{+7}{Mn}O_4 + KOH \rightarrow Na_2\overset{+6}{S}O_4 + K_2\overset{+6}{Mn}O_4 + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 1x & S^{+4} \rightarrow S^{+6} + 2e \\ 2x & Mn^{+7} + 1e \rightarrow Mn^{+6} \end{array}$$

$$Na_2SO_3 + 2KMnO_4 + 2KOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2K_2MnO_4 + H_2O$$

d)

$$\overset{-2}{H_2S} + K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{0}{S} + \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 3x & S^{-2} \rightarrow S^0 + 2e \\ 1x & 2Cr^{+6} + 6e \rightarrow 2Cr^{+3} \\ \hline \end{array}$$

$$3H_2S + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3S + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

e)

$$\overset{0}{Cu} + Na\overset{+5}{N}O_3 + HCl \rightarrow \overset{+2}{Cu}Cl_2 + \overset{+2}{N}O\uparrow + NaCl + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 3x & Cu^0 \rightarrow Cu^{+2} + 2e \\ 2x & N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2} \\ \hline \end{array}$$

$$3Cu + 2NaNO_3 + 8HCl \rightarrow 3CuCl_2 + 2NO\uparrow + 2NaCl + 4H_2O$$

g)

$$\overset{0}{Cl_2} + \overset{+3}{Cr}Cl_3 + KOH \rightarrow K\overset{-1}{Cl} + K_2\overset{+6}{Cr}O_4 + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 3x & Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^{-1} + 2e \\ 2x & Cr^{+3} \rightarrow Cr^{+6} + 3e \\ \hline \end{array}$$

$$3Cl_2 + 2CrCl_3 + 16KOH \rightarrow 12KCl + 2K_2CrO_4 + 8H_2O$$

h)

$$\overset{+2}{Mn}SO_4 + K\overset{+5}{Cl}O_3 + KOH \text{ nóng chảy} \rightarrow$$

$$K_2\overset{+6}{Mn}O_4 + K\overset{-1}{Cl} + K_2SO_4 + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 3x & Mn^{+2} \rightarrow Mn^{+6} + 4e \\ 2x & Cl^{+5} + 6e \rightarrow Cl^{-1} \\ \hline \end{array}$$

$$3MnSO_4 + 2KClO_3 + 12KOH \text{ nóng chảy} \rightarrow$$

$$3K_2MnO_4 + 2KCl + 3K_2SO_4 + 6H_2O$$

i)

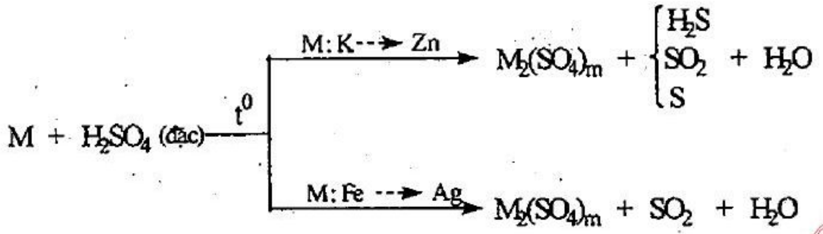
$$\overset{+2}{Mn}SO_4 + \overset{+4}{Pb}O_2 + HNO_3 \rightarrow H\overset{+7}{Mn}O_4 + \overset{+2}{Pb}(NO_3)_2 + \overset{+2}{Pb}SO_4 + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 2x & Mn^{+2} \rightarrow Mn^{+7} + 5e \\ 5x & Pb^{+4} + 2e \rightarrow Pb^{+2} \\ \hline \end{array}$$

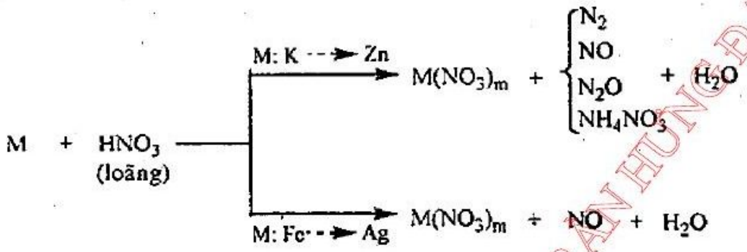
$$2MnSO_4 + 5PbO_2 + 6HNO_3 \rightarrow 2HMnO_4 + 3Pb(NO_3)_2 + 2PbSO_4 + 2H_2O$$

- *Oxi hoá kim loại*

Sản phẩm khử phụ thuộc vào tính khử của kim loại, nồng độ của axit, nhiệt độ tiến hành phản ứng, … Nói chung thì axit bị khử xuống bậc oxi hóa càng thấp khi nồng độ càng loãng và tác dụng với kim loại càng mạnh:


M + H_2SO_4 (đặc)
t^0
M: K --→ Zn
$M_2(SO_4)_m$ +
H_2S
SO_2
S
+ H_2O
M: Fe --→ Ag
$M_2(SO_4)_m$ + SO_2 + H_2O

$M + 2mHNO_3$ đặc $\rightarrow M(NO_3)_m + mNO_2\uparrow + mH_2O$
(trừ Au, Pt)


M + HNO_3 (loãng)
M: K --→ Zn
$M(NO_3)_m$ +
N_2
NO
N_2O
NH_4NO_3
+ H_2O
M: Fe --→ Ag
$M(NO_3)_m$ + NO + H_2O

$Mg + 2H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$
$3Mg + 4H_2SO_4 \rightarrow 3MgSO_4 + S\downarrow + 4H_2O$
$4Mg + 5H_2SO_4 \rightarrow 4MgSO_4 + H_2S\uparrow + 4H_2O$
$2Fe + 6H_2SO_4 \xrightarrow{t^0} Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2\uparrow + 6H_2O$
$Mg + 4HNO_3$ đặc $\rightarrow Mg(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$
$5Mg + 12HNO_3$ loãng $\rightarrow 5Mg(NO_3)_2 + N_2\uparrow + 6H_2O$
$Fe + 6HNO_3$ đặc $\xrightarrow{t^0} Fe(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$
$Fe + 4HNO_3$ loãng $\rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 3H_2O$

Chú ý:

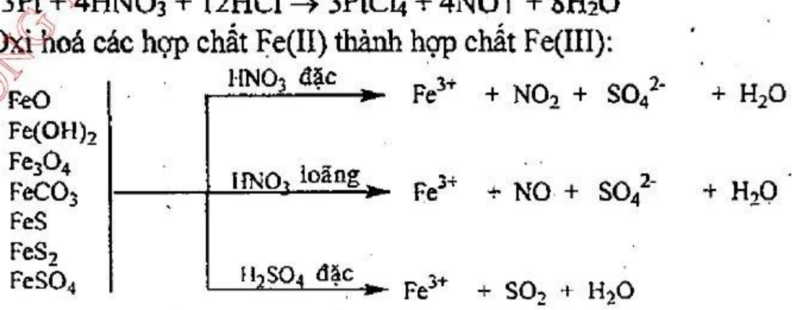
(1) m là hóa trị cao của M.

(2) Một số kim loại như Al, Fe, Cr, ... bị thụ động hóa trong H_2SO_4 đặc, nguội và HNO_3 đặc, nguội.

(3) Hỗn hợp HNO_3 đặc và HCl đặc theo tỉ lệ thể tích 1:3 gọi là nước cường thủy. Có tính oxi hóa rất mạnh có thể hòa tan Au và Pt.

$Au + HNO_3 + 3HCl \rightarrow AuCl_3 + NO\uparrow + 2H_2O$
$3Pt + 4HNO_3 + 12HCl \rightarrow 3PtCl_4 + 4NO\uparrow + 8H_2O$

- Oxi hoá các hợp chất Fe(II) thành hợp chất Fe(III):


FeO
$Fe(OH)_2$
Fe_3O_4
$FeCO_3$
FeS
FeS_2
$FeSO_4$
HNO_3 đặc
Fe^{3+} + NO_2 + SO_4^{2-} + H_2O
HNO_3 loãng
Fe^{3+} + NO + SO_4^{2-} + H_2O
H_2SO_4 đặc
Fe^{3+} + SO_2 + H_2O

- Oxi hoá các hợp chất muối sunfua:

$$S^{-1}, S^{-2} \xrightarrow{HNO_3\text{ đặc hoặc loãng}} SO_4^{2-}$$

$$S^{-1}, S^{-2} \xrightarrow{H_2SO_4\text{ đặc}} SO_2$$

3. Phương pháp ion – electron

Cách cân bằng này áp dụng chủ yếu cho các phản ứng oxi hoá – khử xảy ra trong dung dịch, có sự tham gia của môi trường (axit, bazơ, nước).

Khi cân bằng cũng áp dụng theo 4 bước trên, nhưng ở bước 2 sự oxi hoá và sự khử được viết dưới dạng ion – electron theo các nguyên tắc sau đây:

(1) Nếu phản ứng có axit tham gia: Vế nào thiếu oxi ta thêm H_2O để tạo ra H^+ và ngược lại. *Thí dụ:*

$$\overset{+2}{Fe}O + K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{+3}{Fe_2}(SO_4)_3 + \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 6\,x & FeO + 2H^+ \rightarrow Fe^{3+} + H_2O + 1e \\ 1x & Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \\ \hline \end{array}$$

$$6FeO + Cr_2O_7^{2-} + 26H^+ \rightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 13H_2O$$

Chuyển sang phương trình phân tử:

$$6FeO + K_2Cr_2O_7 + 13H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 13H_2O$$

(2) Nếu phản ứng có bazơ tham gia: Vế nào thừa oxi thêm nước để tạo ra OH^- và ngược lại. *Thí dụ:*

$$\overset{+4}{Mn}O_2 + K\overset{+5}{N}O_3 + KOH \rightarrow K_2\overset{+6}{Mn}O_4 + K\overset{+3}{N}O_2 + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 1x & MnO_2 + 4OH^- \rightarrow MnO_4^{2-} + 2H_2O + 2e \\ 1x & NO_3^- + H_2O + 2e \rightarrow NO_2^- + 2OH^- \\ \hline \end{array}$$

$$MnO_2 + NO_3^- + 2OH^- \rightarrow MnO_4^{2-} + NO_2^- + H_2O$$

Chuyển sang phương trình phân tử:

$$MnO_2 + KNO_3 + 2KOH \rightarrow K_2MnO_4 + KNO_2 + H_2O$$

(3) Nếu phản ứng có H_2O tham gia

- Sản phẩm phản ứng tạo ra axit, theo nguyên tắc 1.
- Sản phẩm phản ứng tạo ra bazơ, theo nguyên tắc 2.

Thí dụ:

a) $$K\overset{+7}{Mn}O_4 + K_2\overset{+4}{S}O_3 + H_2O \rightarrow \overset{+4}{Mn}O_2 + KOH + K_2\overset{+6}{S}O_4$$

$$\begin{array}{l|l} 2x & MnO_4^- + 2H_2O + 3e \rightarrow MnO_2 + 4OH^- \\ 3x & SO_3^{2-} + 2OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + H_2O + 2e \\ \hline \end{array}$$

$$2MnO_4^- + 3SO_3^{2-} + H_2O \rightarrow 2MnO_2 + 2OH^- + 3SO_4^{2-}$$

Chuyển sang phương trình phân tử:

$$2KMnO_4 + 3K_2SO_3 + H_2O \to 2MnO_2 + 2KOH + 3K_2SO_4$$

b)

$$\overset{+2}{Mn}SO_4 + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2O \to \overset{+4}{Mn}O_2 + K_2SO_4 + H_2SO_4$$

$$\begin{array}{l|l} 2x & MnO_4^- + 4H^+ + 3e \to MnO_2 + 2H_2O \\ 3x & Mn^{2+} + 2H_2O \to MnO_2 + 4H^+ + 2e \\ \hline \multicolumn{2}{l}{2MnO_4^- + 3Mn^{2+} + 2H_2O \to 5MnO_2 + 4H^+} \end{array}$$

Chuyển sang phương trình phân tử:

$$3MnSO_4 + 2KMnO_4 + 2H_2O \to 5MnO_2\downarrow + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$$

Chú ý:

• Ta có thể kiểm tra lại sự cân bằng điện tích ở cả hai vế của phương trình ion thu gọn. Nếu tổng điện tích hai vế bằng nhau thì phương trình được cân bằng.

• Ưu việt của phương pháp này là cho ta hoàn thành chính xác các phương trình phản ứng dưới dạng ion thu gọn (bản chất của các phản ứng) chỉ cần biết được trạng thái đầu và trạng thái cuối của dạng oxi hoá và dạng khử.

Thí dụ: Hoàn thành và cân bằng các phản ứng sau theo phương pháp ion - electron:

a) $Fe + NaNO_3 + HCl \to NO\uparrow + ...$

b) $Al + NaNO_3 + NaOH \to NH_3\uparrow + ...$

c) $FeS_2 + HNO_3$ đặc $\to$ s

d) $FeS + HNO_3$ loãng $\to$

e) $KI + KMnO_4 + H_2SO_4 \to I_2 + ...$

Giải

a)

$$\overset{0}{Fe} + Na\overset{+5}{N}O_3 + HCl \to Fe^{3+} + \overset{+2}{N}O\uparrow + ...$$

$$\begin{array}{l|l} 1x & Fe^0 \to Fe^{3+} + 3e \\ 1x & NO_3^- + 4H^+ + 3e \to NO + 2H_2O \\ \hline \multicolumn{2}{l}{Fe + NO_3^- + 4H^+ \to Fe^{3+} + NO + 2H_2O} \end{array}$$

Phương trình phân tử:

$$Fe + NaNO_3 + 4HCl \to FeCl_3 + NaCl + NO\uparrow + 2H_2O$$

b)

$$\overset{0}{Al} + NaOH + Na\overset{+5}{N}O_3 \to \overset{+3}{Al}(OH)_4^- + \overset{-3}{N}H_3\uparrow + ...$$

$$\begin{array}{l|l} 8x & Al^0 + 4OH^- \to Al(OH)_4^- + 3e \\ 3x & NO_3^- + 6H_2O + 8e \to NH_3 + 9OH^- \\ \hline \multicolumn{2}{l}{8Al + 3NO_3^- + 5OH^- + 18H_2O \to 8Al(OH)_4^- + 3NH_3\uparrow} \end{array}$$

Phương trình phân tử:

$$8Al + 3NaNO_3 + 5NaOH + 18H_2O \rightarrow 8Na[Al(OH)_4] + 3NH_3\uparrow$$

c) $FeS_2 + HNO_3$ đặc $\rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + NO_2\uparrow + ...$

$$\begin{array}{r|l} 1x & FeS_2 + 8H_2O \rightarrow Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + 16H^+ + 15e \\ 15x & NO_3^- + 2H^+ + 1e \rightarrow NO_2\uparrow + H_2O \end{array}$$

$$FeS_2 + 15NO_3^- + 14H^+ \rightarrow Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + 15NO_2\uparrow + 7H_2O$$

Phương trình phân tử:

$$FeS_2 + 18HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 2H_2SO_4 + 15NO_2\uparrow + 7H_2O$$

d) $FeS + HNO_3$ loãng $\rightarrow Fe^{3+} + NO\uparrow + ...$

$$\begin{array}{r|l} 1x & FeS + 4H_2O \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 8H^+ + 9e \\ 3x & NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO\uparrow + 2H_2O \end{array}$$

$$FeS + 3NO_3^- + 4H^+ \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 3NO\uparrow + 2H_2O$$

Phương trình phân tử:

$$FeS + 6HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + 3NO\uparrow + 2H_2O$$

e)

$$K\overset{-1}{I} + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{0}{I_2} + K_2SO_4 + \overset{+2}{Mn}SO_4 + H_2O$$

$$\begin{array}{r|l} 5x & 2I^{-1} \rightarrow I_2 + 2e \\ 2x & MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \end{array}$$

$$10I^- + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5I_2 + 8H_2O$$

Phương trình phân tử:

$$10KI + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5I_2 + 6K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$$

4. Phương pháp cân bằng phản ứng oxi hoá – khử có chất hữu cơ tham gia

Tương tự đối với chất vô cơ, phản ứng oxi hoá – khử có chất hữu cơ cũng tiến hành theo 4 bước. Nhưng ở bước (1) khi tính số oxi hoá của nguyên tử cacbon cần lưu ý theo hai phương pháp sau:

- *Phương pháp chung*: Tính số oxi hoá trung bình của C.
- *Phương pháp riêng*: Đặc biệt đối với những phản ứng chỉ có sự thay đổi nhóm thế, nối đôi, nối ba, nhóm chức,... có thể tính số oxi hoá của C nào có sự thay đổi số oxi hoá.

Thí dụ: Lập phương trình hóa học của phản ứng sau:

$$CH_3CH_2OH + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3COOH + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

Cách 1: Tính số oxi hoá trung bình của nguyên tử cacbon

$$\overset{-2}{C_2H_6O} + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2SO_4 \to \overset{0}{C_2H_4O_2} + \overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 5x & 2C^{-2} \to 2C^{0} + 4e \\ 4x & Mn^{+7} + 5e \to Mn^{+2} \\ \hline \end{array}$$

$$5C_2H_6O + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \to 5C_2H_4O_2 + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$$

Cách 2: Tính số oxi hoá riêng của nguyên tử cacbon

$$CH_3\overset{-1}{C}H_2OH + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2SO_4 \to CH_3\overset{+3}{C}OOH + \overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 5x & C^{-1} \to C^{+3} + 4e \\ 4x & Mn^{+7} + 5e \to Mn^{+2} \\ \hline \end{array}$$

$$5CH_3CH_2OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \to 5CH_3COOH + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$$

Kết quả của hai cách đều như nhau.

II. PHÂN LOẠI PHẢN ỨNG TRONG HOÁ HỌC VÔ CƠ

1. Phản ứng có sự thay đổi số oxi hoá và phản ứng không có sự thay đổi số oxi hoá

a) Phản ứng hoá hợp

Trong phản ứng hoá hợp, số oxi hoá của các nguyên tố có thể thay đổi hoặc không thay đổi. Như vậy, phản ứng hoá hợp có thể là phản ứng oxi hoá - khử hoặc không phải là phản ứng oxi hoá - khử. *Thí dụ:*

$$2\overset{0}{Na} + \overset{0}{Cl_2} \to 2\overset{+1}{Na}\overset{-1}{Cl}$$

$$\overset{+2}{Ca}\overset{-2}{O} + \overset{+4}{C}\overset{-2}{O_2} \to \overset{+2}{Ca}\overset{+4}{C}\overset{-2}{O_3}$$

b) Phản ứng phân huỷ

Trong phản ứng phân huỷ, số oxi hoá của các nguyên tố có thể thay đổi hoặc không thay đổi. Như vậy, phản ứng phân huỷ có thể là phản ứng oxi hoá - khử hoặc không phải là phản ứng oxi hoá - khử. *Thí dụ:*

$$2K\overset{+5}{Cl}\overset{-2}{O_3} \to 2K\overset{-1}{Cl} + 3\overset{0}{O_2}$$

$$\overset{+2}{Mg}(\overset{-2}{O}\overset{+1}{H})_2 \to \overset{+2}{Mg}\overset{-2}{O} + \overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$$

c) Phản ứng thế

Trong phản ứng thế, bao giờ cũng có sự thay đổi số oxi hoá của các nguyên tố. Các phản ứng thế là những phản ứng oxi hoá - khử. *Thí dụ:*

$$\overset{0}{Fe} + \overset{+2}{Cu}SO_4 \to \overset{+2}{Fe}SO_4 + \overset{0}{Cu}$$

$\overset{0}{Mg} + 2\overset{+1}{H}Cl \rightarrow \overset{+2}{Mg}Cl_2 + \overset{0}{H_2}$

d) Phản ứng trao đổi

Trong phản ứng trao đổi, số oxi hoá của các nguyên tố không thay đổi. Các phản ứng trao đổi không phải là phản ứng oxi hoá - khử. *Thí dụ:*

$\overset{+1}{Ag}\overset{+5}{N}\overset{-2}{O_3} + \overset{+1}{H}\overset{-1}{Cl} \rightarrow \overset{+1}{Ag}\overset{-1}{Cl}\downarrow + \overset{+1}{H}\overset{+5}{N}\overset{-2}{O_3}$

$\overset{+1}{Na}\overset{-2}{O}\overset{+1}{H} + \overset{+1}{H}\overset{-1}{Cl} \rightarrow \overset{+1}{Na}\overset{-1}{Cl} + \overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$

B. KĨ THUẬT GIẢI NHANH CÁC LOẠI BÀI TẬP

LOẠI 1. CÂN BẰNG PHẢN ỨNG OXI HÓA - KHỬ BẰNG PHƯƠNG PHÁP THĂNG BẰNG ELECTRON

Phương pháp: Yêu cầu nắm vững các bước cân bằng phản ứng oxi hóa - khử theo phương pháp thăng bằng electron.

Thí dụ 1: Lập phương trình hóa học của các phản ứng oxi hóa - khử dưới đây và xác định vai trò của từng chất trong mỗi phản ứng:

a) $NaClO + KI + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + NaCl + K_2SO_4 + H_2O$

b) $Cr_2O_3 + KNO_3 + KOH \rightarrow K_2CrO_4 + KNO_2 + H_2O$

c) $Al + Fe_3O_4 \rightarrow Al_2O_3 + Fe$

d) $FeS_2 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2$

e) $Mg + HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + H_2O$

g) $Fe_3O_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

h) $FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

i) $M + HNO_3 \rightarrow M(NO_3)_m + N_xO_y + H_2O$

Giải

a)

$Na\overset{+1}{Cl}O + K\overset{-1}{I} + H_2SO_4 \rightarrow \overset{0}{I_2} + Na\overset{-1}{Cl} + K_2SO_4 + H_2O$

(chất oxi hóa) (chất khử)

1x | $Cl^{+1} + 2e \rightarrow Cl^{-1}$: Sự khử

1x | $2I^{-1} \rightarrow I_2 + 2e$: Sự oxi hóa

$NaClO + 2KI + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + NaCl + K_2SO_4 + H_2O$

b)

$\overset{+3}{Cr_2}O_3 + K\overset{+5}{N}O_3 + KOH \rightarrow K_2\overset{+6}{Cr}O_4 + K\overset{+3}{N}O_2 + H_2O$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 1x & 2Cr^{+3} \rightarrow 2Cr^{+6} + 6e\text{: Sự oxi hóa} \\ 3x & N^{+5} + 2e \rightarrow N^{+3} \quad \text{: Sự khử} \end{array}$$

$$Cr_2O_3 + 3KNO_3 + 4KOH \rightarrow 2K_2CrO_4 + 3KNO_2 + 2H_2O$$

c)

$$\overset{0}{Al} + \overset{+8/3}{Fe_3}O_4 \rightarrow \overset{+3}{Al_2}O_3 + \overset{0}{Fe}$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 4x & 2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e \quad \text{: Sự oxi hóa} \\ 3x & 3Fe^{+8/3} + 8e \rightarrow 3Fe \quad \text{: Sự khử} \end{array}$$

$$8Al + 3Fe_3O_4 \rightarrow 4Al_2O_3 + 9Fe$$

d)

$$\overset{+2\ -1}{FeS_2} + \overset{0}{O_2} \rightarrow \overset{+3}{Fe_2}O_3 + \overset{+4}{S}O_2$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 2x & 2FeS_2 \rightarrow 2Fe^{+3} + 4S^{+4} + 22e \quad \text{: Sự oxi hóa} \\ 11x & O_2 + 4e \rightarrow 2O^{2-} \quad \text{: Sự khử} \end{array}$$

$$4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

e)

$$\overset{0}{Mg} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+2}{Mg}(NO_3)_2 + \overset{-3}{N}H_4NO_3 + H_2O$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 4x & Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e \quad \text{: Sự oxi hóa} \\ 1x & N^{+5} + 8e \rightarrow N^{-3} \quad \text{: Sự khử} \end{array}$$

$$4Mg + 10HNO_3 \rightarrow 4Mg(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$

g)

$$\overset{+8/3}{Fe_3}O_4 + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{+3}{Fe_2}(SO_4)_3 + \overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 5x & 6Fe^{+8/3} \rightarrow 6Fe^{+3} + 2e \quad \text{: Sự oxi hóa} \\ 2x & Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{+2} \quad \text{: Sự khử} \end{array}$$

$$10Fe_3O_4 + 2KMnO_4 + 48H_2SO_4 \rightarrow 15Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 48H_2O$$

h)

$$\overset{+2}{Fe}SO_4 + K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{+3}{Fe_2}(SO_4)_3 + \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 3x & 2Fe^{+2} \rightarrow 2Fe^{+3} + 2e \quad \text{: Sự oxi hóa} \\ 1x & 2Cr^{+6} + 6e \rightarrow 2Cr^{+3} \quad \text{: Sự khử} \end{array}$$

$$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

i)

$$\overset{0}{M} + \overset{+5}{HNO_3} \rightarrow \overset{+m}{M(NO_3)_m} + \overset{+2y/x}{N_xO_y} + H_2O$$

$$\begin{array}{r|l} (5x-2y)x & M^0 \rightarrow M^{+m} + me \\ m\,x & xN^{+5} + (5x-2y)e \rightarrow xN^{+2y/x} \end{array}$$

$$(5x-2y)M + (6mx-2my)HNO_3 \rightarrow (5x-2y)M(NO_3)_m + mN_xO_y + (3mx-my)H_2O$$

Thí dụ 2: Hoàn thành các phương trình hóa học dưới đây:

a) $SO_2 + HNO_3 + H_2O \rightarrow NO + ...$

b) $SO_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow$

c) $As_2S_3 + HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_4 + NO + ...$

d) $CuS + HNO_3 \rightarrow NO_2 + Cu(NO_3)_2 + ...$

Giải

a)

$$\overset{+4}{SO_2} + \overset{+5}{HNO_3} + H_2O \rightarrow \overset{+2}{NO} + \overset{+6}{H_2SO_4}$$

$$\begin{array}{r|l} 3x & S^{+4} \rightarrow S^{+6} + 2e \\ 2x & N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2} \end{array}$$

$$3SO_2 + 2HNO_3 + 2H_2O \rightarrow 2NO + 3H_2SO_4$$

b)

$$\overset{+4}{SO_2} + \overset{+7}{KMnO_4} + H_2O \rightarrow \overset{+6}{H_2SO_4} + \overset{+2}{Mn}\overset{+6}{SO_4} + \overset{+6}{K_2SO_4}$$

$$\begin{array}{r|l} 5x & S^{+4} \rightarrow S^{+6} + 2e \\ 2x & Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{+2} \end{array}$$

$$5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4 + 2MnSO_4 + K_2SO_4$$

c)

$$\overset{+3}{As_2}\overset{-2}{S_3} + \overset{+5}{HNO_3} + H_2O \rightarrow \overset{+5}{H_3AsO_4} + \overset{+2}{NO} + \overset{+6}{H_2SO_4}$$

$$\begin{array}{r|l} 3x & As_2S_3 \rightarrow 2As^{+5} + 3S^{+6} + 28e \\ 28x & N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2} \end{array}$$

$$3As_2S_3 + 28HNO_3 + 4H_2O \rightarrow 6H_3AsO_4 + 28NO + 9H_2SO_4$$

d)

$$\overset{-2}{CuS} + \overset{+5}{HNO_3} \rightarrow \overset{+4}{NO_2} + Cu(NO_3)_2 + \overset{+6}{H_2SO_4} + H_2O$$

$$\begin{array}{r|l} 1x & S^{-2} \rightarrow S^{+6} + 8e \\ 8x & N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4} \end{array}$$

$$CuS + 10HNO_3 \rightarrow 8NO_2 + Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + 4H_2O$$

LOẠI 2. CÂN BẰNG PHẢN ỨNG OXI HÓA – KHỬ THEO PHƯƠNG PHÁP THĂNG BẰNG ION – ELECTRON

Phương pháp: Yêu cầu nắm vững các bước cân bằng phản ứng oxi hóa - khử theo phương pháp ion - electron và ảnh hưởng của môi trường đến khả năng oxi hóa và khử của các chất.

Thí dụ: Hoàn thành và cân bằng các phản ứng sau theo phương pháp ion - electron:

a) $Al + HNO_3 \rightarrow N_2O\uparrow + ...$ b) $FeCO_3 + NaNO_3 + HCl \rightarrow$

c) $KMnO_4 + K_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow$ d) $KMnO_4 + K_2SO_3 + KOH \rightarrow$

e) $Fe(OH)_2 + HNO_3 \rightarrow NO\uparrow + ...$ g) $SO_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$

h) $Cr(OH)_3 + Br_2 + NaOH \rightarrow$

Giải

a)

$$\overset{0}{Al} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+1}{N_2}O\uparrow + \overset{+3}{Al}(NO_3)_3 + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 8x & Al \rightarrow Al^{3+} + 3e \\ 3x & 2NO_3^- + 10H^+ + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O \\ \hline \end{array}$$

$$8Al + 6NO_3^- + 30H^+ \rightarrow 8Al^{3+} + 3N_2O\uparrow + 15H_2O \ (*)$$

Phương trình (*) được gọi là phương trình ion thu gọn hay bản chất của phản ứng trên. Nó cho biết sự tương tác giữa các ion trong dung dịch. Việc viết thành thạo phương trình ion rút gọn của các phản ứng cho chúng ta giải nhanh chóng và chính xác nhiều bài toán rất phức tạp mà nếu dựa vào phương trình phân tử chúng ta có thể sẽ gặp bế tắc. Ví như phương trình trên nếu bài toán yêu cầu tính số mol NO_3^- phản ứng khi biết số mol kim loại Al.

Dựa vào (*) $\Rightarrow n_{NO_3^-} = \dfrac{3}{4}n_{Al}$

Tuy nhiên, nếu ta dựa vào phương trình phân tử:

$$8Al + 30HNO_3 \rightarrow 3N_2O\uparrow + 8Al(NO_3)_3 + 15H_2O$$

$\Rightarrow n_{NO_3^-}$ phản ứng = n_{HNO_3} phản ứng = $\dfrac{15}{4}n_{Al} \neq \dfrac{3}{4}n_{Al}$

Sở dĩ có sự khác nhau như vậy là vì trong phương trình phân tử phải trừ đi 24 gốc NO_3^- tạo muối $Al(NO_3)_3$ không tham gia phản ứng.

Cũng cần lưu ý rằng, có thể cân bằng bán phản ứng oxi hóa - khử nhanh chóng nhờ sự bảo toàn nguyên tố và điện tích hai vế. Chẳng hạn như bán phản ứng:

$NO_3^- \rightarrow N_2O$

Ta cân bằng nitơ hai vế: $2NO_3^- \rightarrow N_2O$

Tiếp theo là cân bằng oxi: $2NO_3^- \rightarrow N_2O + 5H_2O$

Sau đó đến cân bằng hiđro: $2NO_3^- + 10H^+ \rightarrow N_2O + 5H_2O$

Khi nguyên tố hai vế cân bằng ta chuyển sang bảo toàn điện tích hai vế:

$$2NO_3^- + 10H^+ + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O$$

Như vậy, việc cân bằng trên không cần dựa vào sự thay đổi số oxi hóa của các nguyên tố.

Chú ý: Những chất ít tan (kết tủa), bay hơi và điện li yếu như H_2O, CH_3COOH,... không viết phân li thành ion.

b)

$$\overset{+2}{Fe}CO_3 + Na\overset{+5}{N}O_3 + HCl \rightarrow \overset{+3}{Fe}Cl_3 + NaCl + CO_2\uparrow + \overset{+2}{N}O\uparrow + H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} 3x & FeCO_3 + 2H^+ \rightarrow Fe^{3+} + CO_2 + H_2O + 1e \\ 1x & NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O \\ \hline \end{array}$$

$$3FeCO_3 + 10H^+ + NO_3^- \rightarrow 3Fe^{3+} + 3CO_2\uparrow + NO\uparrow + 5H_2O$$

Phương trình phân tử:

$$3FeCO_3 + NaNO_3 + 10HCl \rightarrow 3FeCl_3 + NaCl + 3CO_2\uparrow + NO\uparrow + 5H_2O$$

c) $KMnO_4 + K_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

$$\begin{array}{l|l} 2x & MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \\ 5x & SO_3^{2-} + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+ + 2e \\ \hline \end{array}$$

$$2MnO_4^- + 5SO_3^{2-} + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + 3H_2O$$

Phương trình phân tử:

$$2KMnO_4 + 5K_2SO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 6K_2SO_4 + 3H_2O$$

d) $KMnO_4 + K_2SO_3 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

$$\begin{array}{l|l} 2x & MnO_4^- + 1e \rightarrow MnO_4^{2-} \\ 1x & SO_3^{2-} + 2OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + H_2O + 2e \\ \hline \end{array}$$

$$2MnO_4^- + SO_3^{2-} + 2OH^- \rightarrow 2MnO_4^{2-} + SO_4^{2-} + H_2O$$

Phương trình phân tử:

$$2KMnO_4 + K_2SO_3 + 2KOH \rightarrow 2K_2MnO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

e) $Fe(OH)_2 + HNO_3 \rightarrow NO\uparrow + Fe(NO_3)_3 + H_2O$

$$\begin{array}{l|l} 3x & Fe(OH)_2 + 2H^+ \rightarrow Fe^{3+} + 2H_2O + 1e \\ 1x & NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O \\ \hline \end{array}$$

$$3Fe(OH)_2 + NO_3^- + 10H^+ \rightarrow 3Fe^{3+} + NO\uparrow + 8H_2O$$

Phương trình phân tử:

$3Fe(OH)_2 + 10HNO_3 \rightarrow NO\uparrow + 3Fe(NO_3)_3 + 8H_2O$

g) $SO_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$

$$\begin{array}{l|l} 3x & SO_2 + 2H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e \\ 1x & Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \\ \hline \end{array}$$

$3SO_2 + Cr_2O_7^{2-} + 2H^+ \rightarrow 3SO_4^{2-} + 2Cr^{3+} + H_2O$

Phương trình phân tử:

$3SO_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$

h) $Cr(OH)_3 + Br_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr + H_2O$

$$\begin{array}{l|l} 2x & Cr(OH)_3 + 5OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e \\ 3x & Br_2 + 2e \rightarrow 2Br^- \\ \hline \end{array}$$

$2Cr(OH)_3 + 10OH^- + 3Br_2 \rightarrow 2CrO_4^{2-} + 6Br^- + 8H_2O$

Phương trình phân tử:

$2Cr(OH)_3 + 3Br_2 + 10NaOH \rightarrow 2Na_2CrO_4 + 6NaBr + 8H_2O$

LOẠI 3. SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP THĂNG BẰNG SỐ MOL ELECTRON ĐỂ GIẢI BÀI TẬP VỀ PHẢN ỨNG OXI HÓA – KHỬ

Nguyên tắc: Khi có nhiều chất oxi hóa hoặc chất khử trong hỗn hợp phản ứng (nhiều phản ứng hoặc phản ứng qua nhiều giai đoạn) thì tổng số mol electron mà các chất khử cho phải bằng tổng số mol elctron mà các chất oxi hóa nhận vào.

Σn_e (nhường) = Σn_e (nhận)

Đây chính là định luật bảo toàn electron trong phản ứng oxi hóa - khử.

Theo phương pháp này, chúng ta chỉ cần xác định đúng số oxi hóa đầu và cuối của chất oxi hóa và chất khử, bỏ qua các trạng thái oxi hóa trung gian. Phương pháp này đặc biệt hữu hiệu đối với những bài toán rất khó tính theo phương trình phản ứng hoặc phải biện luận nhiều trường hợp xảy ra.

Thí dụ 1: Nung 15,605 gam hỗn hợp X gồm $KClO_3$ và $KMnO_4$ trong bình kín chân không một thời gian thu được 14,005 gam chất rắn Y. Cho Y tác dụng với dung dịch HCl đặc, dư. Sau khi kết thúc các phản ứng thu được 4,48 lít Cl_2 (đktc).

a) Tính phần trăm khối lượng mỗi chất trong X.

b) Nung 15,605 gam X đến phản ứng hoàn toàn thì thu được tối đa bao nhiêu lít O_2 (đktc)?

Giải

a) Gọi x, y lần lượt là số mol $KClO_3$ và $KMnO_4$ có trong 15,605 gam hỗn hợp X.

Ta có: $122,5x + 158y = 15,605$ (1)

- Nung X:

$$2KMnO_4 \xrightarrow{t^0} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$$

$$2KClO_3 \xrightarrow{t^0} 2KCl + 3O_2\uparrow$$

Chất rắn Y tối đa gồm: K_2MnO_4, MnO_2, $KMnO_4$, KCl và $KClO_3$.

$$\Rightarrow n_{O_2} = \frac{m_X - m_Y}{32} = \frac{15,605 - 14,005}{32} = 0,05\,\text{mol}$$

- Y + HCl đặc: $n_{Cl_2} = \dfrac{4,48}{22,4} = 0,2\,\text{mol}$

$$K_2MnO_4 + 8HCl \rightarrow 2KCl + MnCl_2 + 2Cl_2\uparrow + 4H_2O$$

$$2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2\uparrow + 8H_2O$$

$$MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$$

$$KClO_3 + 6HCl \rightarrow KCl + 3Cl_2\uparrow + 3H_2O$$

Các quá trình oxi hóa - khử:

$Cl^{+5} + 6e \rightarrow Cl^{-1}$	$2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e$
$x \rightarrow 6x$	$0,05 \rightarrow 0,2$
$Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{+2}$	$2Cl^{-1} \rightarrow Cl_2 + 2e$
$y \rightarrow 5y$	$0,2 \rightarrow 0,4$

Theo định luật bảo toàn số mol electron, ta có: $6x + 5y = 0,2 + 0,4 = 0,6$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} x = 0,05\,\text{mol} \\ y = 0,06\,\text{mol} \end{cases}$

Phần trăm khối lượng mỗi chất trong X là

$$\%m_{KMnO_4} = \frac{158.0,06.100\%}{15,605} = 60,75\%$$

$$\%m_{KClO_3} = 100\% - 60,75\% = 39,25\%$$

b) $2KMnO_4 \xrightarrow{t^0} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$

$0,06 \rightarrow 0,03$

$2KClO_3 \xrightarrow{t^0} 2KCl + 3O_2\uparrow$

$0,05 \rightarrow 0,075$

$\Rightarrow n_{O_2} = 0,03 + 0,075 = 0,105$ mol

$\Rightarrow V_{O_2} = 0,105.22,4 = 2,352$ lít

Thí dụ 2: Đốt 7,3 gam hỗn hợp X gồm Na, Al trong bình chứa đầy khí O_2, sau một thời gian thu được 8,9 gam hỗn hợp Y. Cho Y vào nước lấy dư, thu được 500 ml dung dịch A và 3,36 lít H_2 (đktc).

a) Tính khối lượng mỗi kim loại trong X.

b) Tính thể tích dung dịch HCl 0,5M tối thiểu cần dùng để phản ứng hết với dung dịch A.

Giải

a) Theo định luật bảo toàn khối lượng.

Ta có: $n_{O_2} = \dfrac{8,9 - 7,3}{32} = 0,05$ mol

Gọi x, y lần lượt là số mol của Na và Al có trong 7,3 gam X.

$23x + 27y = 7,3$ (1)

$Na \rightarrow Na^+ + 1e$

$x \rightarrow x$

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$

$y \rightarrow 3y$

$O_2 + 4e \rightarrow 2O^{2-}$

$0,05 \rightarrow 0,2$

$2H_2O + 2e \rightarrow 2OH^- + H_2$

$0,3 \leftarrow 0,15$

$\Rightarrow x + 3y = 0,2 + 0,3 = 0,5$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} x = 0,2\,\text{mol} \\ y = 0,1\,\text{mol} \end{cases}$

$\Rightarrow m_{Na} = 23.0,2 = 4,6$ gam; $m_{Al} = 27.0,1 = 2,7$ gam

b) Dung dịch A có chứa: 0,1 mol $Na[Al(OH)_4]$ và 0,1 mol NaOH

$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$

$0,1 \rightarrow 0,1$

$Na[Al(OH)_4] + 4HCl \rightarrow NaCl + AlCl_3 + 4H_2O$

$0,1 \rightarrow 0,4$

$\Rightarrow n_{HCl} = 0,1 + 0,4 = 0,5$ mol $\Rightarrow V_{ddHCl} = \dfrac{0,5}{0,5} = 1$ lít

Thí dụ 3: Để 15,2 gam hỗn hợp X gồm Fe và Cu trong không khí, sau một thời gian thu được 18,4 gam chất rắn Y gồm Fe, FeO, Fe_3O_4, Fe_2O_3, CuO và Cu. Cho Y tác dụng với dung dịch H_2SO_4 đặc nóng, dư thu được 2,24 lít SO_2 (đktc).

a) Tính khối lượng mỗi kim loại trong X.

b) Cho toàn bộ lượng X trên tác dụng với dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng thu được 6,16 lít SO_2 (đktc) và dung dịch A. Tính khối lượng muối thu được trong A.

Giải

a) Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$$n_{O_2} = \frac{18,4 - 15,2}{32} = 0,1\,\text{mol}$$

Gọi x, y lần lượt là số mol Fe và Cu có trong 15,2 gam hỗn hợp X. Ta có:

$56x + 64y = 15,2$ (1)

Các bán phản ứng oxi hóa - khử:

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$

$x \rightarrow x \rightarrow 3x$

$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$

$y \rightarrow y \rightarrow 2y$

$O_2 + 4e \rightarrow 2O^{-2}$

$0,1 \rightarrow 0,4$

$S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4}$

$0,2 \leftarrow 0,1$

$\Rightarrow 3x + 2y = 0,6$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} x = 0,1\,\text{mol} \\ y = 0,15\,\text{mol} \end{cases}$

Phần trăm khối lượng của mỗi kim loại trong X là

$$\%m_{Fe} = \frac{56.0,1.100\%}{15,2} = 36,84\%$$

$$\%m_{Cu} = 100\% - 36,84\% = 63,16\%$$

b) Do $2n_{Fe} + 2n_{Cu} = 0,5\,\text{mol} < 2n_{SO_2} = 0,55 < 3n_{Fe} + 2n_{Cu} = 0,6\,\text{mol}$

Nên trong dung dịch A có chứa muối $FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$ và $CuSO_4$.

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$

$x \rightarrow x \rightarrow 3x$

$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$

$(0,1 - x) \rightarrow (0,1 - x) \rightarrow 2(0,1 - x)$

$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$

$0,15 \rightarrow 0,15 \rightarrow 0,3$

$S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4}$

$0,55 \leftarrow 0,275$

$\Rightarrow 3x + 2(0,1 - x) + 0,3 = 0,55 \Rightarrow x = 0,05$ mol

Vậy khối lượng muối thu được trong A là

$m_{FeSO_4} = 152.0,05 = 7,6$ gam

$m_{CuSO_4} = 160.0,15 = 24$ gam

$m_{Fe_2(SO_4)_3} = 400.0,025 = 10$ gam

$\Rightarrow m_{muối} = 7,6 + 24 + 10 = 41,6$ gam

Thí dụ 4: Cho 7,6 gam hỗn hợp X gồm Mg và Ca phản ứng vừa đủ với 4,48 lít (đktc) hỗn hợp khí A gồm Cl_2 và O_2 thu được 19,85 gam chất rắn Y chỉ gồm muối và oxit kim loại. Tính thể tích mỗi khí (đktc) và khối lượng mỗi kim loại trong X.

Giải

Gọi x, y lần lượt là số mol của Cl_2 và O_2 có trong 0,2 mol hỗn hợp khí A.

Ta có: $x + y = 0,2$ (1)

Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$m_A = m_Y - m_X = 19,85 - 7,6 = 12,25$ gam $\Rightarrow 71x + 32y = 12,25$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} x = 0,15\,\text{mol} \\ y = 0,05\,\text{mol} \end{cases}$

Gọi a, b lần lượt là số mol của Mg và Ca có trong 7,6 gam X. Ta có:

$\Rightarrow 24a + 40b = 7,6$ (3)

$$\begin{array}{ll|l} \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e & & Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^- \\ a \rightarrow \quad 2a & & 0,15 \rightarrow 0,3 \\ \text{Ca} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2e & & O_2 + 4e \rightarrow 2O^{-2} \\ b \rightarrow \quad 2b & & 0,05 \rightarrow 0,2 \end{array}$$

$\Rightarrow 2a + 2b = 0,5$ (4)

Giải hệ (3) và (4) ta được: $\begin{cases} a = 0,15\,\text{mol} \\ b = 0,1\,\text{mol} \end{cases}$

Khối lượng mỗi kim loại trong X là

$m_{Mg} = 24.0,15 = 3,6$ gam

$m_{Ca} = 40.0,1 = 4$ gam

Thí dụ 5: Hòa tan hết 7,675 gam hỗn hợp X gồm Zn và Fe vào 25 gam dung dịch H_2SO_4 98% đun nóng. Sau khi kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y và 2,8 lít (đktc) hỗn hợp khí Z gồm SO_2 và H_2. Tỉ khối của Z so với H_2 là 25,8.

a) Tính phần trăm khối lượng mỗi chất trong X.

b) Tính nồng độ phần trăm của các chất trong Y. Coi nước bay hơi không đáng kể trong quá trình phản ứng.

c) Cho dung dịch NaOH tới dư vào Y. Tính khối lượng kết tủa thu được khi kết thúc các phản ứng.

Giải

a) $n_Z = \dfrac{2,8}{22,4} = 0,125$ mol; $\overline{M}_Z = 25,8.2 = 51,6$ gam/mol $\Rightarrow m_Z = 6,45$ gam

Gọi a, b lần lượt là số mol của SO_2 và H_2.

Ta có hệ: $\begin{cases} 64a + 2b = 6,45 \\ a + b = 0,125 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,1\,\text{mol} \\ b = 0,025\,\text{mol} \end{cases}$

Đặt $n_{Zn} = x$ (mol) và $n_{Fe} = y$ (mol). Ta cũng có: $65x + 56y = 7,675$ (1)

Vì tính oxi hóa của Fe^{3+} mạnh hơn H^+ mà theo đề ra có khí H_2 thoát ra, chứng tỏ H^+ đã phản ứng nên Fe^{3+} hết $\Rightarrow$ Y không chứa muối $Fe_2(SO_4)_3$.

$$\begin{array}{l|l} Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e & 2H_2SO_4 + 2e \rightarrow SO_2 + 2H_2O + SO_4^{2-} \\ x \rightarrow \quad 2x & \quad 0,2 \leftarrow 0,2 \leftarrow 0,1 \end{array}$$

$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$

$y \rightarrow \quad 2y$

$H_2SO_4 + 2e \rightarrow H_2 + SO_4^{2-}$

$0,025 \leftarrow 0,05 \leftarrow 0,025$

Theo định luật bảo toàn số mol electron, ta có: $2x + 2y = 0,25$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được:

$$\begin{cases} x = 0,075\,\text{mol} \\ y = 0,05\,\text{mol} \end{cases}$$

Phần trăm khối lượng của mỗi chất trong X là

$$\%m_{Zn} = \frac{65.0,075.100\%}{7,675} = 63,52\%$$

$$\%m_{Fe} = 100\% - 63,52\% = 36,48\%$$

b) $n_{H_2SO_4}$ phản ứng = 0,2 + 0,025 = 0,225 mol

$$n_{H_2SO_4} \text{ ban đầu} = \frac{25.98}{100.98} = 0,25\,\text{mol}$$

$\Rightarrow n_{H_2SO_4}$ còn = 0,25 - 0,225 = 0,025 mol

$m_{\text{dung dịch Y}} = m_X + m_{dd\,H_2SO_4} - m_Z = 7,675 + 25 - 6,45 = 26,225$ gam

Dung dịch Y chứa: $FeSO_4$: 0,05 mol; $ZnSO_4$: 0,075 mol và H_2SO_4 dư.

Nồng độ phần trăm của các chất trong Y là

$$C\%_{ZnSO_4} = \frac{0,075.161.100\%}{26,225} = 46,04\%$$

$$C\%_{FeSO_4} = \frac{0,05.152.100\%}{26,225} = 28.98\%$$

$$C\%_{H_2SO_4} = \frac{0,025.98.100\%}{26,225} = 9,34\%$$

c) Y + NaOH dư:

$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

$ZnSO_4 + 2NaOH \rightarrow Zn(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

$Zn(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4]$

$FeSO_4 + 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

$0,05 \qquad \rightarrow \quad 0,05$

$\Rightarrow m_{\text{kết tủa}} = 90.0;05 = 4,5$ gam

LOẠI 4.

SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP ION – ELECTRON ĐỂ GIẢI BÀI TẬP VỀ PHẢN ỨNG OXI HÓA – KHỬ

Phương pháp này sử dụng để giải nhanh nhiều bài toán khó mà nếu giải bằng phương pháp thông thường thì rất mất thời gian thậm trí bế tắc. Lưu ý cách tính nhanh số mol anion tạo muối và số mol axit tham gia phản ứng trong phản ứng oxi - hóa khử.

a) Axit H_2SO_4 đặc

Không phụ thuộc vào **bản chất và số lượng các kim loại** ta luôn có các bán phản ứng khử:

$2H_2SO_4 + 2e \rightarrow SO_2 + 2H_2O + SO_4^{2-}$ (1)

$2x \leftarrow 2x \leftarrow x \longrightarrow x$

$4H_2SO_4 + 6e \rightarrow S + 4H_2O + 3SO_4^{2-}$ (2)

$4y \leftarrow 6y \leftarrow y \longrightarrow 3y$

$5H_2SO_4 + 8e \rightarrow H_2S + 4H_2O + 4SO_4^{2-}$ (3)

$5z \leftarrow 8z \leftarrow z \longrightarrow 4z$

$\Rightarrow n_{SO_4^{2-}}$ tạo muối $= n_{SO_2} + 3n_S + 4n_{H_2S}$

$$= \frac{2}{2}n_{SO_2} + \frac{6}{2}n_S + \frac{8}{2}n_{H_2S} = \Sigma\frac{a}{2}n_X$$

(a là số electron mà S^{+6} nhận vào để tạo ra sản phẩm khử X)

$\Rightarrow n_{H_2SO_4}$ phản ứng $= n_{SO_4^{2-}}$ tạo muối + n_S sản phẩm khử

$$= n_{SO_2} + 3n_S + 4n_{H_2S} + n_{SO_2} + n_S + n_{H_2S}$$

$$= 2n_{SO_2} + 4n_S + 4n_{H_2S}$$

b) Axit HNO_3

Tương tự như trên ta luôn có các bán phản ứng khử:

$2HNO_3 + 1e \rightarrow NO_2 + H_2O + NO_3^-$

$2a \leftarrow a \leftarrow a \longrightarrow a$

$4HNO_3 + 3e \rightarrow NO + 2H_2O + 3NO_3^-$

$4b \leftarrow 3b \leftarrow b \longrightarrow 3b$

$10HNO_3 + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O + 8NO_3^-$

$10c \leftarrow 8c \leftarrow c \longrightarrow 8c$

$12HNO_3 + 10e \rightarrow N_2 + 6H_2O + 10NO_3^-$

$12d \leftarrow 10d \leftarrow d \longrightarrow 10d$

$$\begin{array}{lllllll} 10HNO_3 & + & 8e \rightarrow & NH_4NO_3 & + & 3H_2O & + \ 8NO_3^- \\ 10x & \leftarrow & 8x \leftarrow & x & \longrightarrow & & 8x \end{array}$$

$\Rightarrow n_{NO_3^-}$ tạo muối với cation kim loại =

$= n_{NO_2} + 3n_{NO} + 8n_{N_2O} + 10n_{N_2} + 8n_{NH_4NO_3} = \Sigma n_e.n_X$

(n_e là số electron mà N^{+5} nhận vào để tạo ra sản phẩm khử X)

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ phản ứng = $n_{NO_3^-}$ tạo muối + n_N (sản phẩm khử)

$= 2n_{NO_2} + 4n_{NO} + 10n_{N_2O} + 12n_{N_2} + 10n_{NH_4NO_3}$

Chú ý: - Các công thức trên **không** thể áp dụng nếu chất khử ban đầu không phải là kim loại.

- Nếu hỗn hợp ban đầu không hoàn toàn là kim loại thì ta nên quy hỗn hợp về các nguyên tố rồi dựa vào phương trình ion - electron của bán phản ứng oxi hoá và bán phản ứng khử để giải.

Thí dụ 1: Hòa tan hoàn toàn 3,75 gam hỗn hợp X gồm Mg và Al vào 157,5 gam dung dịch HNO_3 20%. Kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y (không chứa muối NH_4NO_3) và 0,896 lít hỗn hợp Z gồm hai khí N_2O, N_2. Tỉ khối của Z so với H_2 là 19.

a) Tính nồng độ phần trăm của các chất trong dung dịch Y.

b) Cho 3,75 gam X phản ứng với V lít O_2 (đktc) thu được 5,35 gam hỗn hợp A. Tính thể tích dung dịch HCl 0,5M tối thiểu cần dùng để phản ứng hết với A và tính giá trị của V.

Giải

a) n_{HNO_3} ban đầu $= \dfrac{157,5.20}{100.63} = 0,5$ mol; $n_Z = \dfrac{0,896}{22,4} = 0,04$ mol.

$\overline{M}_Z = 19.2 = 38$ gam/mol $\Rightarrow m_Z = 38.0,04 = 1,52$ gam

Gọi a, b lần lượt là số mol N_2O và N_2. Ta có hệ:

$$\begin{cases} 44a + 28b = 1,52 \\ a + b = 0,04 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,025\,\text{mol} \\ b = 0,015\,\text{mol} \end{cases}$$

Đặt x, y lần lượt là số mol Mg và Al có trong 3,75 gam **X**. Từ các bán phản ứng:

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$

$x \rightarrow x \rightarrow 2x$

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$

$y \rightarrow y \rightarrow 3y$

$10HNO_3 + 8e \rightarrow N_2O + 8NO_3^- + 5H_2O$

$0,25 \leftarrow 0,2 \leftarrow 0,025$

$12HNO_3 + 10e \rightarrow N_2 + 10NO_3^- + 6H_2O$

$0,18 \leftarrow 0,15 \leftarrow 0,015$

Ta có hệ: $\begin{cases} 24x + 27y = 3,75 \\ 2x + 3y = 0,35 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,1\,\text{mol} \\ y = 0,05\,\text{mol} \end{cases}$

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ phản ứng $= 10n_{N_2O} + 12n_{N_2} = 0{,}43$ mol $\Rightarrow n_{HNO_3}$ còn $= 0{,}07$ mol.

Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$$m_{\text{dung dịch Y}} = m_X + m_{\text{dung dịch HNO}_3} - m_Z = 159{,}73 \text{ gam}$$

Nồng độ phần trăm của các chất trong Y là

$$C\%_{HNO_3} = \frac{0{,}07.63.100\%}{159{,}73} = 2{,}76\%$$

$$C\%_{Mg(NO_3)_2} = \frac{0{,}1.148.100\%}{159{,}73} = 9{,}27\%$$

$$C\%_{Al(NO_3)_3} = \frac{0{,}05.213.100\%}{159{,}73} = 6{,}67\%$$

b) $n_{O_2} = \dfrac{5{,}35 - 3{,}75}{32} = 0{,}05 \text{ mol} \Rightarrow V_{O_2} = 0{,}05.22{,}4 = 1{,}12$ lít

Quy A về Al, Mg, O.

Ta có:

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$	$O + 2H^+ + 2e \rightarrow H_2O$
$0{,}1 \rightarrow \quad 0{,}2$	$0{,}1 \rightarrow 0{,}2$
$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$	$2H^+ + 2e \rightarrow H_2$
$0{,}05 \rightarrow \quad 0{,}15$	$z \rightarrow z$

$\Rightarrow 0{,}2 + z = 0{,}35 \Rightarrow z = 0{,}15$ mol

$\Rightarrow n_{HCl}$ phản ứng $= 0{,}2 + 0{,}15 = 0{,}35$ mol $\Rightarrow V_{\text{dung dịch HCl}} = \dfrac{0{,}35}{0{,}5} = 0{,}7$ lít

Thí dụ 2: Hòa tan hết m gam hỗn hợp X gồm FeS và CuS vào 50 gam dung dịch HNO_3 63%. Kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y và 4,368 lít (đktc) hỗn hợp Z gồm NO_2, NO. Tỉ khối của Z so với H_2 là 19,923. Cho Y tác dụng với lượng dư dung dịch $BaCl_2$, thu được 9,32 gam kết tủa.

a) Tính giá trị của m.

b) Tính thể tích dung dịch NaOH 1M tối thiểu cần dùng để kết tủa hết các ion kim loại có trong Y.

Giải

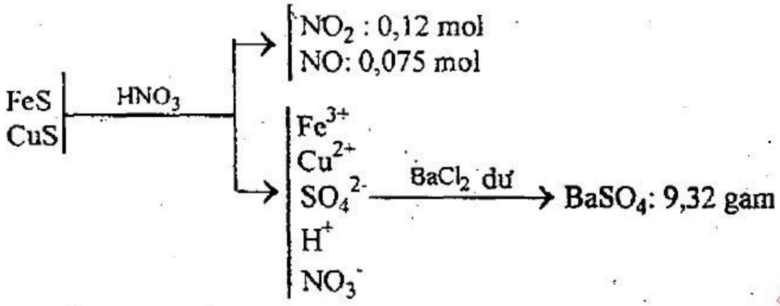
a) n_{H^+} ban đầu $= n_{HNO_3}$ ban đầu $= \dfrac{50.63}{63.100} = 0{,}5$ mol; $n_Z = \dfrac{4{,}368}{22{,}4} = 0{,}195$ mol

Gọi a, b lần lượt là số mol NO_2 và NO có trong 0,195 mol hỗn hợp Z.

Ta có hệ:

$$\begin{cases} 46a + 30b = 2.19{,}923.0{,}195 \\ a + b = 0{,}195 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0{,}12 \text{ mol} \\ b = 0{,}075 \text{ mol} \end{cases}$$

Sơ đồ bài toán:



Đặt x, y lần lượt là số mol FeS và CuS có trong m gam X.

Theo định luật bảo toàn nguyên tố, ta có:

$$n_{BaSO_4} = n_{FeS} + n_{CuS} \Rightarrow x + y = \frac{9,32}{233} = 0,04 \qquad (1)$$

Bán phản ứng oxi hóa:

$$FeS + 4H_2O \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 8H^+ + 9e$$

$$x \rightarrow \quad x \rightarrow x \rightarrow 8x \rightarrow 9x$$

$$CuS + 4H_2O \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-} + 8H^+ + 8e$$

$$y \rightarrow \quad y \rightarrow y \rightarrow 8y \rightarrow 8y$$

Bán phản ứng khử:

$$2HNO_3 + 1e \rightarrow NO_2 + H_2O + NO_3^-$$

$$0,24 \leftarrow 0,12 \leftarrow 0,12$$

$$4HNO_3 + 3e \rightarrow NO + 2H_2O + 3NO_3^-$$

$$0,3 \leftarrow 0,225 \leftarrow 0,075$$

Theo định luật bảo toàn số mol electron:

$$9x + 8y = 0,12 + 0,225 = 0,345 \qquad (2)$$

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} x = 0,025\,mol \\ y = 0,015\,mol \end{cases}$

$\Rightarrow m = 88x + 96y = 88.0,025 + 96.0,015 = 3,64$ gam

b) n_{H^+} còn $= 0,5 + 8(x + y) - (0,24 + 0,3) = 0,28$ mol

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

$$0,28 \rightarrow 0,28$$

$$Fe^{3+} + 3OH^- \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow$$

$$0,025 \rightarrow 0,075$$

$$Cu^{2+} + 2OH^- \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow$$

$$0,015 \rightarrow 0,03$$

$\Rightarrow n_{NaOH} = n_{OH^-} = 0{,}28 + 0{,}075 + 0{,}03 = 0{,}385$ mol

$\Rightarrow V_{\text{dung dịch NaOH}} = 0{,}385$ lit

Thí dụ 3: Cho a gam bột Fe vào 400 ml dung dịch hỗn hợp gồm $Cu(NO_3)_2$ 0,4M và H_2SO_4 0,5M. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 0,8a gam hỗn hợp bột kim loại và V lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc). Giá trị của a và V lần lượt là

A.20,8 và 4,48 B.17,8 và 4,48 C.30,8 và 2,24 D.35,6 và 2,24

Giải

$n_{NO_3^-} = 2n_{Cu(NO_3)_2} = 2.0,4.0,4 = 0,32\,\text{mol}$; $n_{H^+} = 2n_{H_2SO_4} = 2.0,4.0,5 = 0,4\,\text{mol}$

$n_{Cu^{2+}} = n_{Cu(NO_3)_2} = 0{,}16$ mol

Phản ứng xảy ra theo thứ tự:

$Fe + 4H^+ + NO_3^- \rightarrow Fe^{3+} + NO\uparrow + 2H_2O$

$0{,}1 \leftarrow 0{,}4 \rightarrow 0{,}1 \rightarrow 0{,}1 \rightarrow 0{,}1$

$\Rightarrow V_{NO} = 0{,}1.22{,}4 = 2{,}24$ lit

$Fe + 2Fe^{3+} \rightarrow 3Fe^{2+}$

$0{,}05 \leftarrow 0{,}1$

$Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu\downarrow$

$0{,}16 \leftarrow 0{,}16 \rightarrow \quad 0{,}16$

$\Rightarrow m_{Fe}$ còn = a - 56(0,1 + 0,05 + 0,16) = (a - 17,36) gam

$\Rightarrow m_{\text{hỗn hợp kim loại}} = m_{Fe}$ còn + $m_{Cu} \Rightarrow$ a - 17,36 + 64.0,16 = 0,8a

$\Rightarrow$ a = 35,6 gam $\Rightarrow$ Đáp án D

Thí dụ 4: Cho hỗn hợp X gồm 0,15 mol Fe và 0,1 mol Cu vào 150 ml dung dịch HNO_3 4M thu được dung dịch X, khí NO (NO là sản phẩm khử duy nhất của HNO_3) và còn lại m gam chất rắn không tan. Vậy giá trị của m là

A. 1,6 B. 4,8 C. 3,2 D. 6,4

Giải

Các phản ứng xảy ra theo thứ tự:

$Fe + 4HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 2H_2O$

$0{,}15 \leftarrow 0{,}6 \quad \rightarrow 0{,}15$

$Cu + 2Fe(NO_3)_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Fe(NO_3)_2$

$0{,}075 \leftarrow 0{,}15$

$\Rightarrow n_{Cu}$ còn = 0,1 - 0,075 = 0,025 mol

$\Rightarrow$ m = 0,025.64 = 1,6 gam

$\Rightarrow$ Đáp án A

Thí dụ 5: Hòa tan hoàn toàn 30 gam hỗn hợp X gồm Mg, Al và Zn trong dung dịch HNO_3, sau phản ứng hoàn toàn thu được dung dịch Y và hỗn hợp gồm 0,1 mol N_2O và 0,1 mol NO. Cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được 127 gam hỗn hợp muối. Vậy số mol HNO_3 đã bị khử trong phản ứng trên là

A. 0,40 mol B. 1,90 mol C. 0,45 mol D. 0,35 mol

Giải

Nếu Y không chứa muối NH_4NO_3 thì:

$n_{NO_3^-}$ tạo muối $= 8n_{N_2O} + 3n_{NO} = 1,1$ mol

$\Rightarrow m_{\text{muối}} = m_{\text{kim loại}} + m_{NO_3^-}$ tạo muối $= 98,2$ gam < 127 gam

$\Rightarrow$ Dung dịch Y chứa muối NH_4NO_3

Gọi x là số mol NH_4NO_3. Ta có:

$n_{NO_3^-}$ tạo muối với cation kim loại $= 8n_{N_2O} + 3n_{NO} + 8n_{NH_4NO_3} = 1,1 + 8x$

$\Rightarrow m_{\text{muối}} = m_{\text{kim loại}} + m_{NO_3^-} + m_{NH_4NO_3} = 98,2 + 576x = 127$

$\Rightarrow x = 0,05$ mol

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ đã bị khử $= 2n_{N_2O} + n_{NO} + n_{NH_4NO_3} = 0,35$ mol

$\Rightarrow$ Đáp án D

Thí dụ 6: Cho 11,6 gam muối $FeCO_3$ tác dụng vừa đủ với dung dịch HNO_3, được hỗn hợp khí CO_2, NO và dung dịch X. Khi thêm dung dịch HCl (dư) vào dung dịch X được dung dịch Y. Khối lượng bột đồng kim loại tối đa có thể hòa tan trong dung dịch Y là: (biết NO là sản phẩm khử duy nhất)

A. 14,4 gam. B. 32 gam. C. 16 gam. D. 7,2 gam.

Giải

$3FeCO_3 + 10HNO_3 \rightarrow 3Fe(NO_3)_3 + 3CO_2\uparrow + NO\uparrow + 5H_2O$

0,1 $\rightarrow$ 0,1

Dung dịch X có chứa: 0,1 mol Fe^{3+} và 0,3 mol NO_3^-.

$\Rightarrow$ Dung dịch Y chứa: Fe^{3+}, NO_3^-, H^+ và Cl^-.

Khi cho Cu vào Y có các phản ứng xảy ra theo thứ tự:

$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$

0,45 $\leftarrow$ 0,3

$Cu + 2Fe^{3+} \rightarrow Cu^{2+} + 2Fe^{2+}$

0,05 $\leftarrow$ 0,1

$\Rightarrow m_{Cu} = (0,45 + 0,05).64 = 32$ gam

$\Rightarrow$ Đáp án B

LOẠI 5. SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP QUY ĐỔI

a) Phương pháp quy đổi về nguyên tố

Dấu hiệu nhận dạng bài toán vận dụng phương pháp quy đổi:

- Bài toán hỗn hợp, trong đó tổng số chất và hợp chất nhiều hơn tổng số nguyên tố tạo thành hỗn hợp đó.

-Bài toán hỗn hợp các oxit, sunfua của kim loại; xác định thành phần các nguyên tố trong hỗn hợp phức tạp; các hợp chất khó xác định số oxi hóa Cu_2FeS_2, Cu_2FeS_4, ...

Các bước giải toán theo phương pháp quy đổi về nguyên tố

- *Bước 1:* Quy hỗn hợp các chất về các nguyên tố tạo thành hỗn hợp. Đặt ẩn số thích hợp cho số mol nguyên tử các nguyên tố trong hỗn hợp.
- *Bước 2:*

- Lập các phương trình dựa vào các định luật bảo toàn khối lượng, bảo toàn nguyên tố và bảo toàn số mol electron,...

- Lập các phương trình dựa vào các dữ kiện bài toán đã cho (nếu có).

- *Bước 3:* Giải hệ gồm các phương trình đã thiết lập được ở bước 2 và tính toán kết quả bài toán theo yêu cầu.

Thí dụ 1: Cho 18,4 gam hỗn hợp X gồm Cu_2S, CuS, FeS_2 và FeS tác dụng hết với HNO_3 (đặc nóng, dư) thu được V lít khí chỉ có NO_2 (ở đktc, sản phẩm khử duy nhất) và dung dịch Y. Cho toàn bộ Y vào một lượng dư dung dịch $BaCl_2$, thu được 46,6 gam kết tủa, còn khi cho toàn bộ Y tác dụng với dung dịch NH_3 dư thu được 10,7 gam kết tủa. Giá trị của V là

A. 38,08 B. 11,2 C. 24,64 D. 16,8

(Đề thi tuyển sinh Đại học năm 2012 - Khối A)

Giải

Quy X về Cu, Fe và S.

$n_{Fe} = n_{Fe(OH)_3} = 0{,}1\text{ mol}$; $n_S = n_{BaSO_4} = 0{,}2\text{ mol}$

$$\Rightarrow n_{Cu} = \frac{18{,}4 - 56.0{,}1 - 32.0{,}2}{64} = 0{,}1\text{mol}$$

$$\begin{array}{l|l}
Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e & N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4} \\
0{,}1 \rightarrow \quad\quad 0{,}3 & \quad a \leftarrow a \\
Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e & \\
0{,}1 \rightarrow \quad\quad 0{,}2 & \\
\quad S \rightarrow S^{+6} + 6e & \\
0{,}2 \rightarrow \quad\quad 1{,}2 &
\end{array}$$

$\Rightarrow a = 0,3 + 0,2 + 1,2 = 1,7$ mol $\Rightarrow V = 38,08$ lít

$\Rightarrow$ Đáp án A

Thí dụ 2: Nung m gam hỗn hợp X gồm FeS và FeS_2 trong một bình kín chứa không khí (gồm 20% thể tích O_2 và 80% thể tích N_2) đến khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được một chất rắn duy nhất và hỗn hợp khí Y có thành phần thể tích: 84,8% N_2, 14% SO_2, còn lại là O_2. Phần trăm khối lượng của FeS trong hỗn hợp X là

A. 59,46%. B. 19,64%. C. 42,31%. D. 26,83%.

Giải

Cách 1: Quy hỗn hợp thành Fe và S

$S + O_2 \rightarrow SO_2$

$x \rightarrow x$

$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$

$\frac{4}{3}y \leftarrow y$

Ban đầu: $n_{O_2} = 0,2\,(mol)$; $n_{N_2} = 0,8\,(mol)$

Sau phản ứng: $n_{O_2} = 0,2 - x - y$; $n_{N_2} = 0,8$; $n_{SO_2} = x$

Tổng số mol khí sau phản ứng:

$0,2 - x - y + 0,8 + x = 1 - y$

$$\%V_{N_2} = \frac{0,8}{1-y} = \frac{84,8}{100} \Rightarrow y = 0,0566\,(mol)$$

$$\%V_{SO_2} = \frac{x}{1-0,0566} = \frac{14}{100} \Rightarrow x = 0,132076\,(mol)$$

Đặt $n_{FeS} = a\,(mol)$; $n_{FeS_2} = b\,(mol)$

$$\begin{cases} a + b = 0,0566.\frac{4}{3} \\ a + 2b = 0,132076 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,01885773 \\ b = 0,0566093 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \%m_{FeS} = \frac{0,01885773.88.100\%}{0,01885773.88 + 120.0,0566093} = 19,64\% \Rightarrow \text{Đáp án B}$$

Cách 2: Coi $n_Y = 1$ (mol) $\Rightarrow n_{N_2} = 0,848\,(mol)$; $n_{SO_2} = 0,14\,(mol)$;

n_{O_2} (dư) = 1- 0,848-0,14 = 0,012(mol)

$$\Rightarrow n_{O_2}\,(\text{ban đầu}) = \frac{0,848}{4} = 0,212\,(mol)$$

$\Rightarrow n_{O_2}$ (phản ứng) = 0,212 - 0,012 = 0,2 (mol)

$4FeS + 7O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 4SO_2$

$x \quad \frac{7}{4}x \qquad\qquad x$

$4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

$y \quad \frac{11}{4}y \qquad\qquad 2y$

Ta có hệ: $\begin{cases} \frac{7}{4}x + \frac{11}{4}y = 0,2 \\ x + 2y = 0,14 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,02\,(\text{mol}) \\ y = 0,06\,(\text{mol}) \end{cases}$

$$\Rightarrow \%m_{FeS} = \frac{0,02.88.100\%}{0,02.88 + 0,06.120} = 19,64\%$$

Thí dụ 3: Cho 11,36 gam hỗn hợp X gồm Fe; FeO; Fe_2O_3; Fe_3O_4 phản ứng hết với dung dịch HNO_3 đặc, nóng (dư) thu được 4,032 lít khí thoát ra (đktc) và dung dịch Y. Cô cạn dung dịch Y thu được m gam muối khan. Giá trị của m là

A. 38,72 B. 35,5 C. 49.09 D. 34,36

Giải

Quy hỗn hợp X về hai nguyên tố Fe: x mol và O: y mol.

$\Rightarrow 56x + 16y = 11,36$ (1)

Quá trình oxi hóa	Quá trình khử
$Fe^0 \rightarrow Fe^{3+} + 3e$	$N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$
$x \quad x \quad 3x$	$0,18 \leftarrow 0,18$
$O^0 + 2e \rightarrow O^{-2}$	
$y \quad 2y$	

$\Rightarrow 3x - 2y = 0,18$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: x = 0,16 mol; y = 0,15 mol

$\Rightarrow n_{Fe(NO_3)_3} = n_{Fe^{3+}} = 0,16$ mol $\Rightarrow m_{Fe(NO_3)_3} = 242 \times 0,16 = 38,72$ gam

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Thí dụ 4: Hòa tan hoàn toàn m gam hỗn hợp A gồm Fe, FeS, FeS_2, S trong dung dịch HNO_3 đặc, đun nóng (dư), thu được dung dịch B và 9,072 lít khí NO_2 (sản phẩm khử duy nhất, đktc). Cho B tác dụng với dung dịch $BaCl_2$ dư thu được 11,65 gam kết tủa trắng.

Giá trị của m là

A. 3,56 B. 4,02 C. 2,15 D. 2,1

Giải

Coi hỗn hợp A gồm x mol Fe và y mol S

- A + HNO_3 đặc, dư:

Quá trình oxi hóa	Quá trình khử
$Fe^0 \rightarrow Fe^{3+} + 3e$	$N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$
$x \quad x \quad 3x$	$0,405 \leftarrow 0,405$
$S^0 \rightarrow S^{+6} + 6e$	
$y \quad y \quad 6y$	

$\Rightarrow 3x + 6y = 0,405$ (*)

• B + dd $BaCl_2$: $n_{BaSO_4} = \dfrac{11,65}{233} = 0,05$

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$

$y \qquad y$

$\Rightarrow y = 0,05$ mol

Thay y và (*) ta tìm được: x = 0,035 mol

$\Rightarrow m = 56.0,035 + 32.0,05 = 3,56$ gam $\Rightarrow$ Đáp án A

Thí dụ 5: Đốt cháy hoàn toàn m gam hỗn hợp X gồm FeS_2 và một oxit sắt cần dùng 0,6 mol O_2 thu được 0,4 mol Fe_2O_3 và 0,4 mol SO_2. Cho m gam hỗn hợp X trên tác dụng với dung dịch H_2SO_4 đặc nóng, dư đến khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, sản phẩm khử duy nhất là SO_2 thì số mol H_2SO_4 tham gia phản ứng là bao nhiêu?

A. 3,0 mol. B. 2,8 mol. C. 2,4 mol. D. 2,0 mol.

Giải

Quy X về Fe, S và O. Ta có:

$n_{Fe} = 2n_{Fe_2O_3} = 0,8\,mol$; $n_S = n_{SO_2} = 0,4\,mol$;

$\Rightarrow n_O\,(X) = 3n_{Fe_2O_3} + 2n_{SO_2} - 2n_{O_2} = 0,8\,mol$

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$	$2H_2SO_4 + 2e \rightarrow SO_2 + SO_4^{2-} + 2H_2O$
$0,8 \rightarrow 0,8 \rightarrow 2,4$	$2x \leftarrow 2x \leftarrow x$
$S + 2H_2O \rightarrow SO_2 + 4H^+ + 4e$	
$0,4 \rightarrow 1,6 \rightarrow 1,6$	
$O + 2H^+ + 2e \rightarrow H_2O$	
$0,8 \rightarrow 1,6 \rightarrow 1,6$	

$\Rightarrow 2,4 + 1,6 - 1,6 = 2x \Rightarrow x = 1,2$ mol

$\Rightarrow n_{H_2SO_4}$ phản ứng = 2.1,2 + 0,8 - 0,8 = 2,4 mol $\Rightarrow$ Đáp án C

Thí dụ 6: Hòa tan hoàn toàn 40 gam hỗn hợp gồm FeS_2, CuS, FeS bằng dung dịch HNO_3 thì thu được dung dịch X chỉ chứa hai muối và 4 mol NO_2, không có kết tủa tạo ra. Cho dung dịch NH_3 dư vào dung dịch X, lọc lấy kết tủa đem nung đến khối lượng không đổi thì thu được bao nhiêu gam chất rắn?

A. 32,0. B. 21,4 C. 24,0. D. 16,0.

Giải

Quy hỗn hợp về Fe, S và Cu. Gọi x, y, z lần lượt là số mol của Fe, S và Cu.

Ta có: $56x + 32y + 64z = 40$ (1)

$$\begin{array}{l|l} Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e & N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4} \\ x \quad\ x \quad\ 3x & \quad\ 4 \leftarrow 4 \\ Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e & \\ z \quad\ z \quad\ 2z & \\ S \rightarrow S^{+6} + 6e & \\ y \quad\ y \quad\ 6y & \end{array}$$

$\Rightarrow 3x + 2z + 6y = 4$ (2)

Dung dịch thu được chỉ chứa hai muối nên

$3n_{Fe^{3+}} + 2n_{Cu^{2+}} = 2n_{SO_4^{2-}} \Rightarrow 3x + 2z = 2y$ hay $3x - 2y + 2z = 0$ (3)

Giải hệ (1), (2) và (3) ta được: $\begin{cases} x = 0,2\,\text{mol} \\ y = 0,5\,\text{mol} \\ z = 0,2\,\text{mol} \end{cases}$

$$2Fe^{3+} \xrightarrow{dd\,NH_3} 2Fe(OH)_3 \xrightarrow{t^o} Fe_2O_3$$

$$0,2 \quad \rightarrow \quad 0,2 \quad \rightarrow \quad 0,1$$

$$Cu^{2+} \xrightarrow{dd\,NH_3} [Cu(NH_3)_4](OH)_2$$

$\Rightarrow m_{CR} = 160.0,1 = 16$ gam $\Rightarrow$ Đáp án D

Thí dụ 7: Hoà tan hết 17,92 gam hỗn hợp X gồm Fe_3O_4, FeO, Fe, CuO, Cu, Al, Al_2O_3 (trong đó oxi chiếm 25,446% phần trăm về khối lượng) trong dung dịch HNO_3, kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y và 1,736 lít hỗn hợp khí Z gồm N_2 và N_2O. Tỉ khối của Z so với H_2 là 15,29. Cho NaOH vào Y rồi đun nóng, không có khí thoát ra. Số mol HNO_3 đã phản ứng với X là

A. 1,215 mol B. 0,645 mol C. 1,392 mol D. 0,75 mol

Giải

Gọi a, b lần lượt là số mol của N_2 và N_2O. Ta có hệ:

$$\begin{cases} a + b = \dfrac{1,736}{22,4} = 0,0775 \\ 28a + 44b = 15,29.2.0,0775 = 2,37 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,065 \\ b = 0,0125 \end{cases}$$

Cho NaOH vào Y rồi đun nóng, không có khí thoát ra chứng tỏ không có phản ứng tạo muối NH_4NO_3.

$$n_{O(X)} = \frac{17,92.25,446}{16.100} = 0,285\,\text{mol}$$

Quy X về Fe, Cu, Al và O. Để tính số mol HNO_3 phản ứng, ta dựa vào bán phản ứng khử sau:

$O + 2H^+ + 2e \rightarrow H_2O$

$0,285 \rightarrow 2.0,285$

$2NO_3^- + 10H^+ + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O$

$10.0,0125 \leftarrow 0,0125$

$2NO_3^- + 8H^+ + 8e \rightarrow N_2 + 5H_2O$

$8.0,065 \leftarrow 0,065$

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ phản ứng $= 2.0,285 + 10.0,0125 + 8.0,065 = 1,215$ mol

⇒ **Đáp án A**

Thí dụ 8: Hoà tan hết 2,44 gam hỗn hợp X gồm FeS_2, FeS, Fe, Cu và Cu_2S trong 50 gam dung dịch HNO_3 63% đun nóng, thu được dung dịch Y trong đó nồng độ của axit giảm xuống còn 39,13% và 4,368 lít NO_2 (sản phẩm khử duy nhất, đktc). Coi rằng nước bay hơi không đáng kể trong quá trình phản ứng. Tổng khối lượng của nguyên tố sắt trong 2,44 gam X là

A. 0,84 gam B. 0,56 gam C. 1,12 gam D. 1,68 gam

Giải

$n_{NO_2} = \dfrac{4,368}{22,4} = 0,195\,\text{mol} \Rightarrow m_Y = 2,44 + 50 - 46.0,195 = 43,47$ gam ;

n_{HNO_3} ban đầu $= \dfrac{50.63}{100.63} = 0,5\,\text{mol}$

n_{HNO_3} còn $= \dfrac{39,13.43,47}{100.63} = 0,27\,\text{mol} \Rightarrow n_{HNO_3}$ phản ứng $= 0,5 - 0,27 = 0,23$ mol

Quy Y về Fe, Cu và S.

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$

$x \rightarrow 3x$

$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$

$y \rightarrow 2y$

$S + 4H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ + 6e$

$z \rightarrow 8z \rightarrow 6z$

$NO_3^- + 2H^+ + 1e \rightarrow NO_2 + H_2O$

$0,39 \leftarrow 0,195 \leftarrow 0,195$

Theo định luật bảo toàn electron: $3x + 2y + 6z = 0,195$ (1)

Mặt khác: n_{HNO_3} phản ứng $= n_{H^+}$ phản ứng $= 0,39 - 8z = 0,23 \Rightarrow z = 0,02$ mol

$(1) \Rightarrow 3x + 2y = 0,075$ (2)

Ngoài ra: $56x + 64y + 32.0,02 = 2,44 \Rightarrow 56x + 64y = 1,8$ (3)

Giải hệ (2) và (3) ta được: $\begin{cases} x = 0,015\,\text{mol} \\ y = 0,015\,\text{mol} \end{cases} \Rightarrow \sum m_{Fe} = 0,84$ gam ⇒ **Đáp án A**

Thí dụ 9: Hoà tan hoàn toàn 40 gam hỗn hợp gồm FeS_2, CuS, FeS bằng dung dịch HNO_3 thì thu được dung dịch X chỉ chứa hai muối và 4 mol NO_2, không có kết tủa tạo ra. Cho dung dịch NH_3 tới dư vào dung dịch X, lọc lấy kết tủa đem nung đến khối lượng không đổi thì thu được bao nhiêu gam chất rắn?

A. 21,4. B. 16,0. C. 24,0. D. 32,0.

Giải

Quy hỗn hợp về Fe, S và Cu. Gọi x, y, z lần lượt là số mol Fe, S và Cu. Ta có:

$$56x + 32y + 64z = 40 \qquad (1)$$

$$\begin{array}{l|l} Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e & N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4} \\ x \quad\quad x \quad\quad 3x & \quad\quad 4 \leftarrow 4 \\ Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e & \\ z \quad\quad z \quad\quad 2z & \\ S \rightarrow S^{+6} + 6e & \\ y \quad\quad y \quad\quad 6y & \end{array}$$

$\Rightarrow 3x + 2z + 6y = 4$ (2)

Dung dịch thu được chỉ chứa hai muối nên

$3n_{Fe^{3+}} + 2n_{Cu^{2+}} = 2n_{SO_4^{2-}} \Rightarrow 3x + 2z = 2y$ hay $3x - 2y + 2z = 0$ (3)

Giải hệ (1), (2) và (3) ta được: $\begin{cases} x = 0,2\,mol \\ y = 0,5\,mol \\ z = 0,2\,mol \end{cases}$

$$\begin{array}{ccccc} 2Fe^{3+} & \xrightarrow{dd\,NH_3} & 2Fe(OH)_3 & \xrightarrow{t^0} & Fe_2O_3 \\ 0,2 & \rightarrow & 0,2 & \rightarrow & 0,1 \end{array}$$

$$Cu^{2+} \xrightarrow{dd\,NH_3} [Cu(NH_3)_4](OH)_2$$

$\Rightarrow m_{CR} = 160.0,1 = 16$ gam $\Rightarrow$ Đáp án B

Thí dụ 10: Chia 42,72 gam hỗn hợp X gồm Fe_3O_4, Fe_2O_3, FeO, CuO, Cu và Fe thành hai phần bằng nhau. Phần 1 tác dụng với lượng dư khí CO đun nóng, kết thúc các phản ứng thu được chất rắn khan có khối lượng giảm 3,36 gam so với khối lượng phần 1. Cho phần 2 tác dụng hết với 200 gam dung dịch HNO_3 31,5%, sau khi kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y và 2,464 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, đktc).

a) Tính số mol HNO_3 đã phản ứng.

b) Dung dịch Y hoà tan tối đa bao nhiêu gam Cu. Biết sản phẩm khử của N^{+5} là N^{+2} duy nhất.

c) Cho Y tác dụng với lượng dư dung dịch NH_3. Tính khối lượng kết tủa thu được sau khi kết thúc các phản ứng.

Giải

a) Quy X về Fe, Cu và O.

- Phần 1 + CO, t^0:

$\Rightarrow n_O$ (trong mỗi phần) = $\dfrac{3,36}{16} = 0,21\,\text{mol}$

- Phần 2 + HNO_3: $n_{NO} = \dfrac{2,464}{22,4} = 0,11\,\text{mol}$; n_{HNO_3} ban đầu = $\dfrac{200.31,5}{63.100} = 1\,\text{mol}$

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$	$O \;+\; 2H^+ + \;2e \rightarrow H_2O$
$x \rightarrow x \;\rightarrow 3x$	$0,21 \rightarrow 0,42 \rightarrow 0,42$
$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$	$4HNO_3 + 3e \rightarrow NO + 2H_2O + 3NO_3^-$
$y \rightarrow y \rightarrow \;2y$	$0,44 \leftarrow 0,33 \leftarrow 0,11 \rightarrow 0,33$

$\Rightarrow 3x + 2y = 0,42 + 0,33 = 0,75$ (1)

Mặt khác: $56x + 64y = 21,36 - 16.0,21 = 18$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} x = 0,15\,\text{mol} \\ y = 0,15\,\text{mol} \end{cases}$

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ phản ứng = 0,42 + 0,44 = 0,86 mol

$\Rightarrow n_{H^+}$ còn = 1 – 0,86 = 0,14 mol;

$n_{NO_3^-}$ còn = 1 – 0,11 = 0,89 mol

b) Dung dịch Y gồm: 0,15 mol Fe^{3+}; 0,15 mol Cu^{2+}; 0,14 mol H^+ và 0,89 mol NO_3^-.

$3Cu + \;8H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$

$0,0525 \leftarrow 0,14$

$Cu \;+\; 2Fe^{3+} \rightarrow Cu^{2+} + 2Fe^{2+}$

$0,075 \leftarrow 0,15$

$\Rightarrow m_{Cu} = (0,0525 + 0,075).64 = 8,16$ gam

c) Y + NH_3 dư:

$NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$

$Cu^{2+} + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+}$

$Fe^{3+} + 3NH_3 + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3NH_4^+$

$0,15 \qquad \rightarrow \qquad 0,15$

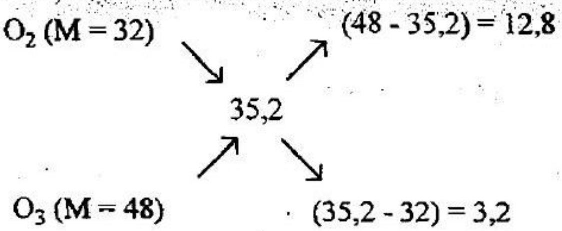
$\Rightarrow m_{\text{kết tủa}} = 107.0,15 = 16,05$ gam

Thí dụ 11: Hỗn hợp khí X gồm O_2 và O_3, tỉ khối của X so với H_2 là 17,6. Hỗn hợp khí Y gồm C_2H_4 và CH_4, tỉ khối của Y so với H_2 là 11. Thể tích hỗn hợp khí X (đktc) tối thiểu cần dùng để đốt cháy hoàn toàn 0,044 mol hỗn hợp khí Y là

A. 3,36 lít. B. 2,24 lít. C. 1,12 lít. D. 4,48 lít.

Giải

$\overline{M}_X = 35,2$ gam/mol; $\overline{M}_Y = 13,8.2 = 27,6$ gam/mol.



$$\Rightarrow \frac{n_{O_2}}{n_{O_3}} = \frac{12,8}{3,2} = 4$$

$$\overline{M}_Y = \frac{28 + 16}{22} = 22 \Rightarrow n_{C_2H_4} = n_{CH_4} = 0,022 \text{ mol}$$

Gọi x là số mol X tối thiểu cần dùng để đốt cháy hết 0,044 mol Y $\Rightarrow n_{O_2} = 0,8x$ và $n_{O_3} = 0,2x$

Quy X về O $\Rightarrow n_{O(X)} = 2.0,8x + 3.0,2x = 2,2x$ mol

$C_2H_4 + 6O \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

$0,022 \rightarrow 0,132$

$CH_4 + 4O \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

$0,022 \rightarrow 0,088$

$\Rightarrow n_O = 2,2x = 0,22 \Rightarrow x = 0,1$ mol $\Rightarrow V_X = 2,24$ lít $\Rightarrow$ Đáp án B

b) Phương pháp quy đổi về phân tử

Một vài chú ý khi sử dụng phương pháp quy đổi về phân tử:

1. Khi quy hỗn hợp nhiều chất (hỗn hợp X) thành hỗn hợp hai hay chỉ còn một chất ta phải bảo toàn số mol nguyên tố hay bảo toàn khối lượng của hỗn hợp.

2. Có thể quy đổi hỗn hợp X về bất kì cặp nào, thậm chí quy về một chất. Tuy nhiên ta nên chọn cặp chất nào đơn giản có ít phản ứng oxi hóa - khử nhất để đơn giản việc tính toán.

3. Trong quá trình tính toán theo phương pháp quy đổi đôi khi ta gặp số âm đó là do sự bù trừ khối lượng các chất trong hỗn hợp. Trong trường hợp này ta vẫn tính toán bình thường và kết quả cuối cùng vẫn thỏa mãn.

4. Khi quy đổi hỗn hợp X về một chất Fe_xO_y thì oxit Fe_xO_y tìm được chỉ là oxit giả định không có thực.

Thí dụ 1: Cho 8,96 lít hỗn hợp 2 khí H_2 và CO (đktc) đi qua ống sứ đựng 0,2 mol Al_2O_3 và 0,3 mol CuO nung nóng đến phản ứng hoàn toàn thu được chất rắn X. X phản ứng vừa đủ trong 0,5 lít dung dịch HNO_3 có nồng độ *a* M (sản phẩm khử là khí NO duy nhất). Giá trị của *a* là

A. 3,67. B. 2,80. C. 4,00. D. 2,00.

Giải

Quy hỗn hợp khí về H_2: 0,4 (mol)

$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$

$0,3 \rightarrow 0,3 \rightarrow 0.3$

$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

$0,3 \rightarrow 0,8$

$Al_2O_3 + 6HNO_3 \rightarrow 2Al(NO_3)_3 + 3H_2O$

$0,2 \rightarrow 1,2$

$\Rightarrow a = \dfrac{1,2 + 0,8}{0,5} = 4M \Rightarrow$ Đáp án C

Thí dụ 2: Nung 8,4 gam Fe trong không khí, sau phản ứng thu được m gam chất rắn X gồm Fe, Fe_2O_3, Fe_3O_4 và FeO. Hòa tan m gam hỗn hợp X vào dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng (dư), thu được 1,12 lít SO_2 (đktc). Giá trị của m là

A.11,2 gam B. 10,2 gam C. 7,2 gam D. 6,9 gam

Giải

- Cách 1: Quy hỗn hợp X về hai chất FeO, Fe_2O_3

$2FeO + 4H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2\uparrow + 4H_2O$

$0,1 \quad \longleftarrow \quad 0,05$

Áp dụng ĐLBT nguyên tố:

$$n_{Fe_2O_3} = \frac{1}{2}(n_{Fe} - n_{FeO}) = \frac{1}{2}\left(\frac{8,4}{56} - 0,1\right) = 0,025 \text{ mol}$$

$\Rightarrow m = 160.0,025 + 72.0,1 = 11,2$ gam $\Rightarrow$ Đáp án A

- Cách 2: Quy hỗn hợp X về hai chất Fe, Fe_2O_3:

$2Fe + 6H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2\uparrow + 6H_2O$

$0,1/3 \quad \longleftarrow \quad 0,05$

$\Rightarrow$ Áp dụng ĐLBT nguyên tố:

$$n_{Fe_2O_3} = \frac{1}{2}(n_{Fe} - n_{Fe(X)}) = \frac{1}{2}\left(\frac{8,4}{56} - 0,1/3\right) = \frac{0,35}{6} \text{ mol}$$

$\Rightarrow m = 160.\dfrac{0,35}{6} + 56.\dfrac{0,1}{3} = 11,2$ gam $\Rightarrow$ Đáp án A

- Cách 3: Quy hỗn hợp X về một chất Fe_xO_y

$2Fe_xO_y + (6x - 2y)H_2SO_4 \rightarrow xFe_2(SO_4)_3 + (3x - 2y)SO_2\uparrow + (6x - 2y)H_2O$

$0,1/(3x - 2y) \quad \longleftarrow \quad 0,05$

$\Rightarrow n_{Fe} = 0,15 = 0,1x/(3x - 2y) \Rightarrow \dfrac{x}{y} = \dfrac{6}{7}$ (Fe_6O_7)

$\Rightarrow m = 448.\dfrac{0.1}{3.6 - 2.7} = 11,2$ gam $\Rightarrow$ Đáp án A

Chú ý: Vẫn có thể quy hỗn hợp **X** về hai chất (FeO và Fe_3O_4) hoặc (Fe và FeO) hoặc (Fe_3O_4 và Fe) nhưng việc tính toán sẽ trở nên phức tạp hơn.

Thí dụ 3: Hỗn hợp khí X gồm CO, CO_2 và N_2, tỉ khối của X so với H_2 là 19. Cho m gam X phản ứng hoàn toàn với 100 ml dung dịch Y chứa NaOH 2M và Na_2CO_3 1,5M, thu được dung dịch Z. Cho Z tác dụng với lượng dư dung dịch $CaCl_2$, sau khi kết thúc phản ứng thu được 10 gam kết tủa. Giá trị của m là

A. 15,2. B. 9,5. C. 13,3. D. 30,4.

Giải

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3\downarrow$$

$$0{,}1 \leftarrow 0{,}1$$

$\Rightarrow n_{CO_3^{2-}}$ còn $= 0{,}1$ mol

$$CO_2 + 2OH^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O \qquad (1)$$

$$0{,}1 \leftarrow 0{,}2 \quad \rightarrow 0{,}1$$

$\Rightarrow \Sigma n_{CO_3^{2-}}$ sau (1) $= 0{,}1 + 0{,}15 = 0{,}25$ mol

$\Rightarrow n_{CO_3^{2-}}$ phản ứng $= 0{,}25 - 0{,}1 = 0{,}15$ mol

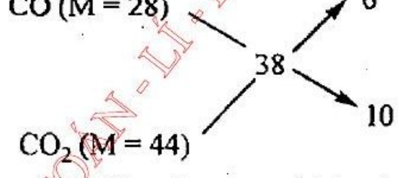
$$CO_2 + CO_3^{2-} + H_2O \rightarrow 2HCO_3^-$$

$$0{,}15 \leftarrow 0{,}15$$

$\Rightarrow \Sigma n_{CO_2} = 0{,}1 + 0{,}15 = 0{,}25$ mol

$$CO_2 + 2OH^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O$$

Vì N_2 và CO cùng khối lượng mol phân tử là 28 gam/mol và đều không phản ứng với dung dịch NaOH hoặc Na_2CO_3 nên ta quy X về CO và CO_2.



$$\Rightarrow \frac{n_{CO}}{n_{CO_2}} = \frac{3}{5}$$

$\Rightarrow n_{CO} = 0{,}15$ mol $\Rightarrow n_X = 0{,}15 + 0{,}25 = 0{,}4$ mol $\Rightarrow m = 38.0{,}4 = 15{,}2$ gam

$\Rightarrow$ Đáp án A

C. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1. Cân bằng phản ứng oxi hóa - khử sau đây bằng phương pháp thăng bằng electron, chỉ rõ chất oxi hóa và chất khử trong mỗi phản ứng.

a) Loại không có môi trường

(1) $H_2SO_4 + H_2S \rightarrow S + H_2O$

(2) $S + HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + NO$

(3) $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$

(4) $I_2 + HNO_3 \rightarrow HIO_3 + NO + H_2O$

(5) $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$

(6) $NaClO_2 + Cl_2 \rightarrow NaCl + ClO_2$

(7) $H_2SO_4 + HI \rightarrow I_2 + H_2S + H_2O$

(8) $Fe_2O_3 + H_2 \rightarrow Fe + H_2O$

(9) $P + KClO_3 \rightarrow P_2O_5 + KCl$

(10) $NO_2 + O_2 + H_2O \rightarrow HNO_3$

b) Loại có môi trường

(1) $Mg + HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + N_2O + H_2O$

(2) $Zn + HNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + H_2O$

(3) $Al + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O$

(4) $Zn + HNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + NO + NO_2 + H_2O$

(5) $NaBr + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$

(6) $CrCl_3 + Na_2O_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaCl + H_2O$

(7) $KI + O_3 + H_2O \rightarrow I_2 + O_2 + KOH$

(8) $KMnO_4 + (COOH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow$
$MnSO_4 + K_2SO_4 + CO_2 + H_2O$

(9) $C_nH_{2n} + KMnO_4 + H_2O \rightarrow C_nH_{2n}(OH)_2 + MnO_2 + KOH$

(10) $KMnO_4 + Na_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + O_2 + Na_2SO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

c) Loại tự oxi hóa - khử

(1) $KOH + Cl_2 \rightarrow KClO + KCl + H_2O$

(2) $NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + NO$

(3) $NO_2 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$

(4) $NaNO_2 \rightarrow Na_2O + NaNO_3 + NO$

(5) $S + NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + Na_2S + H_2O$

(6) $Br_2 + NaOH \rightarrow NaBr + NaBrO_3 + H_2O$

d) Loại phức tạp

(1) $CuFeS_2 + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + NO + H_2O$

(2) $MnBr_2 + Pb_3O_4 + HNO_3 \rightarrow HMnO_4 + Br_2 + Pb(NO_3)_2 + H_2O$

(3) $CrI_3 + KOH + Cl_2 \rightarrow K_2CrO_4 + KIO_4 + KCl + H_2O$

(4) $FeI_2 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + I_2 + H_2O$

(5) $Fe(CrO_2)_2 + O_2 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2CrO_4 + Fe_2O_3 + CO_2$

(6) $KMnO_4 + NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow N_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

2. Hoàn thành và cân bằng các phản ứng oxi hóa - khử sau đây theo phương pháp cân bằng ion - electron (nếu có):

a) $NO_2 + NaOH \rightarrow$

b) $KMnO_4 + HCOOH + H_2SO_4 \rightarrow$

c) $Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + H_2O \rightarrow$

d) $SO_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$

e) $SO_2 + Br_2 + H_2O \rightarrow$

g) $K_2Cr_2O_7 + KI + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + ...$

h) $FeS + NaNO_3 + H_2SO_4$ loãng $\rightarrow NO\uparrow + ...$

i) $FeS_2 + NaNO_3 + H_2SO_4$ loãng $\rightarrow NO\uparrow + ...$

3. Hòa tan hết 6,3 gam hỗn hợp X gồm Al, Mg vào dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng (dư). Sau khi các phản ứng kết thúc thu được dung dịch Y và 0,05 mol SO_2; 0,05 mol S; 0,025 mol H_2S.

a) Tính phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong X.

b) Cho 6,3 gam X trên tác dụng vừa hết với hỗn hợp khí Z gồm Cl_2 và O_2 thu được 22,1 gam chất rắn. Tính thể tích mỗi khí trong Z (đktc).

4. Hòa tan hết 27,6 gam hỗn hợp X gồm FeS và Fe_3O_4 trong 140 gam dung dịch HNO_3 63%. Sau khi kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y (không chứa ion NH_4^+) và 5,6 lít (đktc) hỗn hợp khí Z gồm NO, NO_2. Tỉ khối của Z so với H_2 là 18,2.

a) Tính khối lượng mỗi chất trong X.

b) Tính thể tích dung dịch NaOH 1M tối thiểu cần dùng để phản ứng hết với dung dịch Y.

c) Dung dịch Y hòa tan tối đa bao nhiêu gam Cu. Biết có khí NO (sản phẩm khử duy nhất của N^{+5}) thoát ra.

5. Hòa tan hết 6,08 gam hỗn hợp X gồm FeS, FeS_2, CuS, Cu, $CuFeS_2$, Fe trong lượng dư dung dịch HNO_3, thu được dung dịch Y (không chứa muối amoni) và 7,616 lít hỗn hợp khí Z (đktc) gồm NO, NO_2. Khối lượng của Z là 14,04 gam. Cho Y tác dụng với dung dịch $BaCl_2$ dư, sinh ra 13,98 gam kết tủa. Tính khối lượng kết tủa thu được khi cho Y tác dụng với dung dịch $Ba(OH)_2$ dư.

6. Chia 39,2 gam hỗn hợp X gồm Fe, Cu và Ag thành hai phần bằng nhau. Cho phần 1 tác dụng với O_2, sau một thời gian thu được 22 gam chất rắn Y. Cho Y tác dụng với lượng dư dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng thu được 2,24 lít SO_2 (sản phẩm khử duy nhất, đktc). Phần 2 cho tác dụng với lượng dư dung dịch H_2SO_4 loãng, thu được 2,24 lít H_2 (đktc). Tính khối lượng mỗi kim loại trong X.

7. Cho 1,535 gam hỗn hợp bột X gồm Zn và Fe tác dụng với 0,64 gam bột lưu huỳnh, sau một thời gian thu được hỗn hợp Y. Cho Y tác dụng với dung dịch HNO_3 đặc, nóng (dư) thu được 4,032 lít NO_2 (đktc). Tính khối lượng mỗi kim loại trong X.

BỒI DƯỠNG TOÁN LÝ HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

8. Cho 10,4 gam hỗn hợp A gồm Mg và Fe tác dụng hết với dung dịch HNO_3 0,1M loãng (dư) thu được 3,36 lít (đktc) hỗn hợp X gồm hai khí không màu (trong đó có một khí hoá nâu trong không khí) và dung dịch Y (không chứa muối amoni). Biết tỉ khối của X so với hiđro là 17,33.

a) Tính khối lượng của mỗi chất trong hỗn hợp A.

b) Tính thể tích dung dịch axit đã dùng biết rằng khi cho 500 ml dung dịch NaOH 1,6M vào dung dịch Y thì thu được lượng kết tủa lớn nhất.

9. Hòa tan hoàn toàn 9,18 gam Al nguyên chất cần vừa đủ V lít dung dịch axit HNO_3 nồng độ 0,25M, thu được một khí X và một dung dịch muối Y. Biết trong X số nguyên tử của nguyên tố có sự thay đổi số oxi hóa là $0,3612.10^{23}$ (số Avogađro là $6,02.10^{23}$). Để phản ứng hoàn toàn với dung dịch Y tạo ra một dung dịch trong suốt cần 290 gam dung dịch NaOH 20%.

a) Xác định khí X và viết các phương trình phản ứng xảy ra?

b) Tính V?

10. Chia m gam hỗn hợp gồm Mg, Fe thành hai phần bằng nhau. Phần 1 cho tác dụng với dung dịch H_2SO_4 loãng, dư thu được 3,36 lít H_2 (đktc). Hòa tan hết phần 2 trong lượng dư dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng thu được 0,05 mol SO_2; 0,0125 mol H_2S và 0,025 mol S. Tính giá trị của m.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Cho phương trình hóa học:

$$M + HNO_3 \rightarrow M(NO_3)_n + N_xO_y + H_2O$$

Sau khi cân bằng phương trình hóa học trên với hệ số các chất là những số nguyên tối giản thì hệ số của HNO_3 là

A. 5nx - 2ny. B. 5nx - 2y. C. 6nx - 2ny. D. 6nx - 2y.

2. Cho phương trình phản ứng: $aAl + bHNO_3 \rightarrow cAl(NO_3)_3 + dNO + eH_2O$

Tỉ lệ a : b là

A. 1 : 3. B. 2 : 3. C. 2 : 5. D. 1 : 4.

3. Cho phương trình phản ứng:

$$aFeSO_4 + bK_2Cr_2O_7 + cH_2SO_4 \rightarrow dFe_2(SO_4)_3 + eK_2SO_4 + fCr_2(SO_4)_3 + gH_2O$$

Tỉ lệ a : b là

A. 3 : 2. B. 2 : 3. C. 1 : 6. D. 6 : 1.

4. Cho phương trình hóa học:

$$FeS_2 + Cu_2S + HNO_3 \rightarrow CuSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + NO_2\uparrow + H_2O$$

Sau khi cân bằng phương trình hóa học trên với hệ số các chất là những số nguyên tối giản thì hệ số của HNO_3 là

A. 40. B. 25. C. 30. D. 35.

5. Cho các phản ứng hóa học:

(1) $Cl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaOCl_2 + H_2O$

(2) $C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br_2$

(3) $CO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

(4) $NaClO + CO_2 + H_2O \rightarrow NaHCO_3 + HClO$

(5) $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

(6) $C_2H_2 + 2H_2 \xrightarrow[t^0]{Ni} C_2H_6$

Số phản ứng thuộc loại phản ứng oxi hóa - khử là

A. 1. B. 2. C. 3. D. 4.

6. Cho dãy chất: Fe, FeO, Fe_3O_4, Fe_2O_3, FeS, C, S, $CaCO_3$, NaOH, NaBr, NaCl, $BaCl_2$ tác dụng lần lượt với H_2SO_4 đặc, nóng. Số phản ứng oxi hóa - khử xảy ra là

A. 10. B. 5. C. 6. D. 8

7. Cho các phản ứng oxi hóa - khử:

(1) $Hg(NO_3)_2 \rightarrow Hg + 2NO_2 + O_2$

(2) $Cl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaOCl_2 + H_2O$

(3) $Cl_2 + 2NaOH \rightarrow NaCl + NaClO + H_2O$

(4) $4KClO_3 \rightarrow KCl + 3KClO_4$

(5) $2KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$

(6) $2NaNO_3 \rightarrow 2NaNO_2 + O_2$

Các phản ứng thuộc loại phản ứng tự oxi hóa - khử là

A. (2), (3), (4) B. (3), (4).

C. (1), (2), (3), (4), (5), (6). D. (1), (5), (6).

8. Cho phương trình phản ứng (chưa cân bằng):

$$FeS_2 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + NO\uparrow + H_2O$$

Số mol HNO_3 tối thiểu cần dùng để oxi hóa hết 1 mol FeS_2 là

A. 5. B. 8. C. 4. D. 10

9. Nhiệt phân 21,25 gam $NaNO_3$, sau một thời gian thu được 18,85 gam chất rắn. Cho toàn bộ lượng khí sinh ra phản ứng hết với hỗn hợp X gồm Mg và Fe thu được 8,8 gam chất rắn Y. Hòa tan hoàn toàn Y trong dung dịch HNO_3 dư, thu được 0,15 mol NO_2 (sản phẩm khử duy nhất). Phần trăm khối lượng của Fe trong X là

A. 43,75%. B. 56,25%. C. 8,75% D. 25,00%

10. Hòa tan hết 14,65 gam hỗn hợp X gồm Cu và Au trong nước cường toan, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 0,1 mol NO (sản phẩm khử duy nhất). Phần trăm khối lượng Au trong X là

A. 67,23%. B. 67,65%. C. 40,34%. D. 33,61%.

11. Nung m gam hỗn hợp X gồm bột sắt và lưu huỳnh thu được hỗn hợp Y gồm FeS, Fe, S. Chia Y thành 2 phần bằng nhau. Cho phần 1 tác dụng với dung dịch H_2SO_4 loãng, dư thấy thoát ra 2,8 lít hỗn hợp khí (đktc). Cho phần 2 tác dụng hết với lượng dư dung dịch HNO_3 đặc, nóng thấy thoát ra 16,464 lít khí chỉ có NO_2 (đktc, sản phẩm khử duy nhất). Giá trị m là

A. 14,00. B. 17,84. C. 8,92. D. 7,00.

12. Cho 1,74 gam hỗn hợp X gồm kim loại M (nhóm IIA) và Al tác dụng hết với dung dịch HNO_3 đặc nóng, dư thu được 0,1 mol NO_2. Mặt khác, cho 2,1 gam M phản ứng hết với lượng dư dung dịch HCl thì thể tích khí H_2 thu được vượt quá 1,12 lít (đktc). Kim loại M là

A. Mg. B. Ba. C. Ca. D. Be.

13. Cho 39,2 gam hỗn hợp M gồm Fe, FeO, Fe_3O_4, Fe_2O_3, CuO và Cu (trong đó oxi chiếm 18,367% về khối lượng) tác dụng vừa đủ với 850 ml dung dịch HNO_3 nồng độ a mol/l, thu được 0,2 mol NO (sản phẩm khử duy nhất của N^{+5}). Giá trị của a là

A. 1,5. B. 2,0. C. 3,0. D. 1,0.

14. Dẫn luồng khí CO đi qua hỗn hợp gồm CuO, Fe_2O_3, Al_2O_3 và ZnO đun nóng, sau một thời gian thu được chất rắn X và hỗn hợp khí Y. Cho Y lội chậm qua bình đựng dung dịch $Ba(OH)_2$ dư, kết thúc phản ứng thu được 49,25 gam kết tủa. Cho toàn bộ X phản ứng với lượng dư dung dịch H_2SO_4 đặc nóng, kết thúc các phản ứng thu được V lít khí SO_2 (sản phẩm khử duy nhất, đktc). Giá trị của V là

A. 4,48 B. 3,36. C. 6,72. Đ. 5,60.

15. Hòa tan hết 2,72 gam hỗn hợp X gồm FeS_2, FeS, Fe, CuS và Cu trong 500 ml dung dịch HNO_3 1M, sau khi kết thúc các phản ứng thu được dung dịch Y và 0,07 mol một chất khí thoát ra. Cho Y tác dụng với lượng dư dung dịch $BaCl_2$ thu được 4,66 gam kết tủa. Mặt khác, dung dịch Y có thể hòa tan tối đa m gam Cu. Biết trong các quá trình trên, sản phẩm khử duy nhất của N^{+5} là NO. Giá trị của m là

A. 9,76 B. 9,12 C. 4,96 D. 5,92

16. Cho 9,55 gam hỗn hợp gồm Mg, Al và Zn tác dụng vừa đủ với 870 ml dung dịch HNO_3 1M, thu được dung dịch chứa m gam muối và 0,06 mol hỗn hợp khí N_2 và N_2O. Tỉ khối của hỗn hợp khí so với H_2 là 20,667. Giá trị của m là

A. 42,55 B. 42,95 C. 40,55 D. 54,95

17. Cho 1,08 gam hỗn hợp Mg và Fe vào 400 ml dung dịch $AgNO_3$ 0,2M, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 7,02 gam chất rắn. Phần trăm số mol Mg trong hỗn hợp ban đầu là

A. 50%. B. 60%. C. 40%. D. 22,22%.

18. Cho m gam hỗn hợp X gồm C, P, S vào dung dịch HNO_3 đặc, nóng, dư. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được hỗn hợp hai khí trong đó có 0,9 mol khí NO_2 (sản phẩm khử duy nhất) và dung dịch Y. Đem dung dịch Y tác dụng với dung dịch $BaCl_2$ dư thu được 4,66 gam kết tủa. Khi đốt cháy hoàn toàn m gam hỗn hợp X trong oxi dư thì thể tích khí oxi (đktc) đã phản ứng là

A. 5,6 lít. B. 5,04 lít. C. 4,816 lít. D. 10,08 lít.

19. Hòa tan hoàn toàn m gam Al bằng dung dịch HNO_3 loãng, thu được 5,376 lít (đktc) hỗn hợp khí X gồm N_2, N_2O và dung dịch chứa 8m gam muối. Tỉ khối của X so với H_2 bằng 18. Giá trị của m là

A. 17,28 B. 19,44 C. 18,90 D. 21,60

20. Hòa tan hoàn toàn 1,805 gam hỗn hợp gồm Fe và kim loại X vào bằng dung dịch HCl, thu được 1,064 lít khí H_2. Mặt khác, hòa tan hoàn toàn 1,805 gam hỗn hợp trên bằng dung dịch HNO_3 loãng (dư), thu được 0,896 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất). Biết các thể tích khí đều đo ở điều kiện tiêu chuẩn. Kim loại X là

A. Al. B.Cr. C. Mg. D. Zn.

21. Hỗn hợp X gồm FeO, Fe_2O_3 và Fe_3O_4. Cho khí CO qua m gam X nung nóng, sau một thời gian thu được hỗn hợp chất rắn Y và hỗn hợp khí Z. Cho toàn bộ Z vào dung dịch $Ca(OH)_2$ dư, đến phản ứng hoàn toàn, thu được 4 gam kết tủa. Mặt khác, hòa tan hoàn toàn Y trong dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng (dư), thu được 1,008 lít khí SO_2 (đktc, sản phẩm khử duy nhất) và dung dịch chứa 18 gam muối. Giá trị của m là

A. 7,12. B. 6,80. C. 5,68. D. 13,52.

22. Hòa tan hoàn toàn hỗn hợp gồm 2,8 gam Fe và 1,6 gam Cu trong 500 ml dung dịch hỗn hợp HNO_3 0,1M và HCl 0,4M, thu được khí NO (khí duy nhất) và dung dịch X. Cho X vào dung dịch $AgNO_3$ dư, thu được m gam chất rắn, Biết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn, NO là sản phẩm khử duy nhất của N^{+5} trong các phản ứng. Giá trị của m là

A. 29,24 B. 30,05 C. 28,70 D. 34,10

23. Hòa tan hết 6,08 gam hỗn hợp gồm Cu, Fe bằng dung dịch HNO_3 thu được dung dịch X và 1,792 lít NO (đktc). Thêm từ từ 2,88 gam bột Mg vào dung dịch X đến khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 0,448 lít NO (đktc), dung dịch Y (không chứa ion NH_4^+) và m gam chất rắn không tan. Giá trị của m là

A. 4,96 gam. B. 6,40 gam. C. 4,40 gam. D. 3,84 gam.

24. Hòa tan hoàn toàn 1,28 gam Cu vào 12,6 gam dung dịch HNO_3 60% thu được dung dịch X (không có ion NH_4^+). Cho X tác dụng hoàn toàn với 105 ml dung dịch KOH 1M, sau đó lọc bỏ kết tủa được dung dịch Y. Cô cạn Y được chất rắn Z. Nung Z đến khối lượng không đổi, thu được 8,78 gam chất rắn. Nồng độ phần trăm của $Cu(NO_3)_2$ trong X là

A. 28,66%. B. 30,08%. C. 27,09%. D. 29,89%.

D. ĐÁP ÁN

1C	2D	3D	4A	5D	6C	7A	8A	9A	10A	11B	12C
13B	14D	15A	16D	17C	18C	19D	20A	21A	22B	23C	24A

E. HƯỚNG DẪN GIẢI NHANH

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

1. *a) Loại không có môi trường*

(1)

$$\overset{+6}{H_2SO_4} + \overset{-2}{H_2S} \rightarrow \overset{0}{S} + H_2O$$

(chất oxi hóa) (chất khử)

$$\begin{array}{r|l} 1x & S^{+6} + 6e \rightarrow S^0 \\ 3x & S^{-2} \rightarrow S^0 + 2e \\ \hline \multicolumn{2}{l}{H_2SO_4 + 3H_2S \rightarrow 4S + 4H_2O} \end{array}$$

(2)

$$\overset{0}{S} + \overset{+5}{HNO_3} \rightarrow \overset{+6}{H_2SO_4} + \overset{+2}{NO}$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 2x & N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2} \\ 1x & S^0 \rightarrow S^{+6} + 6e \\ \hline \multicolumn{2}{l}{2HNO_3 + S \rightarrow H_2SO_4 + 2NO} \end{array}$$

(3)

$$K\overset{+5}{Cl}\overset{-2}{O_3} \rightarrow \overset{-1}{KCl} + \overset{0}{O_2}$$

$KClO_3$ vừa là chất oxi hóa, vừa là chất khử.

$$\begin{array}{r|l} 2x & Cl^{+5} + 6e \rightarrow Cl^{-1} \\ 3x & 2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e \\ \hline \multicolumn{2}{l}{2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2} \end{array}$$

(4)

$$\overset{0}{I_2} + \overset{+5}{HNO_3} \rightarrow \overset{+5}{HIO_3} + \overset{+2}{NO} + H_2O$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 3x & I_2 \rightarrow 2I^{+5} + 10e \\ 10x & N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2} \\ \hline \multicolumn{2}{l}{3I_2 + 10HNO_3 \rightarrow 6HIO_3 + 10NO + 2H_2O} \end{array}$$

(5)

$$\overset{-3}{NH_3} + \overset{0}{O_2} \rightarrow \overset{+2}{N}\overset{-2}{O} + H_2\overset{-2}{O}$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 4x & N^{-3} \rightarrow N^{+2} + 5e \\ 5x & O_2 + 4e \rightarrow 2O^{-2} \\ \hline \multicolumn{2}{l}{4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O} \end{array}$$

(6)

$$Na\overset{+3}{Cl}O_2 + \overset{0}{Cl_2} \rightarrow Na\overset{-1}{Cl} + \overset{+4}{Cl}O_2$$

(chất oxi hóa) (chất khử)

$$\begin{array}{l|l} 2x & Cl^{+3} + 4e \rightarrow Cl^{-1} \\ 1x & Cl_2 \rightarrow 2Cl^{+4} + 8e \end{array}$$

$2NaClO_2 + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + 2ClO_2$

(7)

$\overset{+6}{H_2SO_4} + \overset{-1}{HI} \rightarrow \overset{0}{I_2} + \overset{-2}{H_2S} + H_2O$

(chất oxi hóa) (chất khử)

$$\begin{array}{l|l} 1x & S^{+6} + 8e \rightarrow S^{-2} \\ 4x & 2I^{-1} \rightarrow I_2 + 2e \end{array}$$

$H_2SO_4 + 8HI \rightarrow 4I_2 + H_2S + 4H_2O$

(8)

$\overset{+3}{Fe_2O_3} + \overset{0}{H_2} \rightarrow \overset{0}{Fe} + \overset{+1}{H_2O}$

(chất oxi hóa) (chất khử)

$$\begin{array}{l|l} 1x & 2Fe^{+3} + 6e \rightarrow 2Fe^{0} \\ 3x & H_2^0 \rightarrow 2H^{+1} + 2e \end{array}$$

$Fe_2O_3 + 3H_2 \rightarrow 2Fe + 3H_2O$

(9)

$\overset{0}{P} + K\overset{+5}{Cl}O_3 \rightarrow \overset{+5}{P_2O_5} + K\overset{-1}{Cl}$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{l|l} 3x & 2P^{0} \rightarrow 2P^{+5} + 10e \\ 5x & Cl^{+5} + 6e \rightarrow Cl^{-1} \end{array}$$

$6P + 5KClO_3 \rightarrow 3P_2O_5 + 5KCl$

(10)

$\overset{+4}{NO_2} + \overset{0}{O_2} + H_2O \rightarrow H\overset{+5}{N}\overset{-2}{O_3}$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{l|l} 4x & N^{+4} \rightarrow N^{+5} + 1e \\ 1x & O_2^0 + 4e \rightarrow 2O^{-2} \end{array}$$

$4NO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4HNO_3$

b) Loại có môi trường

(1)

$\overset{0}{Mg} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+2}{Mg}(NO_3)_2 + \overset{+1}{N_2}O + H_2O$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{l|l} 4x & Mg^{0} \rightarrow Mg^{+2} + 2e \\ 1x & 2N^{+5} + 8e \rightarrow 2N^{+1} \end{array}$$

$4Mg + 10HNO_3 \rightarrow 4Mg(NO_3)_2 + N_2O + 5H_2O$

(2)

$\overset{0}{Zn} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow \overset{+2}{Zn}(NO_3)_2 + \overset{-3}{N}H_4NO_3 + H_2O$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 4x & Zn^0 \rightarrow Zn^{+2} + 2e \\ 1x & N^{+5} + 8e \rightarrow N^{-3} \end{array}$$

$$4Zn + 10HNO_3 \rightarrow 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$

(3)

$$\overset{0}{Al} + \overset{+6}{H_2SO_4} \rightarrow \overset{+3}{Al_2(SO_4)_3} + \overset{+4}{SO_2} + H_2O$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 1x & 2Al^0 \rightarrow 2Al^{+3} + 6e \\ 3x & S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4} \end{array}$$

$$2Al + 6H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$$

(4)

$$\overset{0}{Zn} + \overset{+5}{HNO_3} \rightarrow \overset{+2}{Zn(NO_3)_2} + \overset{+2}{NO} + \overset{+4}{NO_2} + H_2O$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} mx & N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2} \\ nx & N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4} \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} (m+n)N^{+5} + (3m+n)e \rightarrow mN^{+2} + nN^{+4} & x2 \\ \quad Zn^0 \rightarrow Zn^{+2} + 2e & x(3m+n) \end{array}$$

$$(3m+n)Zn + (8m+4n)HNO_3 \rightarrow$$
$$(3m+n)Zn(NO_3)_2 + 2mNO + 2nNO_2 + (4m+n)H_2O$$

(5)

$$\overset{-1}{NaBr} + \overset{+7}{KMnO_4} + H_2SO_4 \rightarrow \overset{0}{Br_2} + \overset{+2}{MnSO_4} + K_2SO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 5x & 2Br^{-1} \rightarrow Br_2^0 + 2e \\ 2x & Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{+2} \end{array}$$

$$10NaBr + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow$$
$$5Br_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 5Na_2SO_4 + 8H_2O$$

(6)

$$\overset{+3}{CrCl_3} + \overset{-1}{Na_2O_2} + NaOH \rightarrow Na_2\overset{+6-2}{CrO_4} + NaCl + H_2O$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{r|l} 2x & Cr^{+3} \rightarrow Cr^{+6} + 3e \\ 3x & O_2^{-2} + 2e \rightarrow 2O^{-2} \end{array}$$

$$2CrCl_3 + 3Na_2O_2 + 4NaOH \rightarrow 2Na_2CrO_4 + 6NaCl + 2H_2O$$

(7)

$$\overset{-1}{KI} + \overset{0}{O_3} + H_2O \rightarrow \overset{0}{I_2} + \overset{0}{O_2} + KOH$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{l|l} 1x & 2I^{-1} \rightarrow I_2^0 + 2e \\ 1x & O_3^0 + 2e \rightarrow O^{-2} + O_2 \end{array}$$

$$2KI + O_3 + H_2O \rightarrow I_2 + O_2 + 2KOH$$

(8)

$$K\overset{+7}{Mn}O_4 + (\overset{+3}{C}OOH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow \overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + \overset{+4}{C}O_2 + H_2O$$

(chất oxi hóa) (chất khử)

$$\begin{array}{l|l} 5x & 2C^{+3} \rightarrow 2C^{+4} + 2e \\ 2x & Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{+2} \end{array}$$

$$2KMnO_4 + 5(COOH)_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$$

(9)

$$\overset{-2}{C_nH_{2n}} + K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2O \rightarrow \overset{\frac{2-2n}{n}}{C_n}H_{2n+2}O_2 + \overset{+4}{Mn}O_2 + KOH$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{l|l} 3x & nC^{-2} \rightarrow nC^{2/n-2} + 2e \\ 2x & Mn^{+7} + 3e \rightarrow Mn^{+4} \end{array}$$

$$3C_nH_{2n} + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3C_nH_{2n+2}O_2 + 2MnO_2 + 2KOH$$

(10)

$$K\overset{+7}{Mn}O_4 + Na_2\overset{-2}{O_2} + H_2SO_4 \rightarrow \overset{+2}{Mn}SO_4 + \overset{0}{O_2} + Na_2SO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

(chất oxi hóa) (chất khử)

$$\begin{array}{l|l} 5x & O_2^{-2} \rightarrow O_2^0 + 2e \\ 2x & Mn^{+7} + 5e \rightarrow Mn^{+2} \end{array}$$

$$2KMnO_4 + 5Na_2O_2 + 8H_2SO_4 \rightarrow$$
$$2MnSO_4 + 5O_2 + 5Na_2SO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

c) Loại tự oxi hóa - khử

(1)

$$KOH + \overset{0}{Cl_2} \rightarrow K\overset{+1}{Cl}O + K\overset{-1}{Cl} + H_2O$$

Cl_2 vừa là chất oxi hóa, vừa là chất khử.

$$\begin{array}{l|l} 1x & Cl_2 \rightarrow 2Cl^{+1} + 2e \\ 1x & Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^{-1} \end{array}$$

$$2KOH + Cl_2 \rightarrow KClO + KCl + H_2O$$

(2)

$$\overset{+4}{N}O_2 + H_2O \rightarrow H\overset{+5}{N}O_3 + \overset{+2}{N}O$$

NO_2 vừa là chất oxi hóa, vừa là chất khử.

$$\begin{array}{l|l} 2x & N^{+4} \rightarrow N^{+5} + 1e \\ 1x & N^{+4} + 2e \rightarrow N^{+2} \end{array}$$

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$$

(3)

$$\overset{+4}{N}O_2 + NaOH \rightarrow Na\overset{+5}{N}O_3 + Na\overset{+3}{N}O_2 + H_2O$$

NO_2 vừa là chất oxi hóa, vừa là chất khử.

$$\begin{array}{l|l} 1x & N^{+4} \rightarrow N^{+5} + 1e \\ 1x & N^{+4} + 1e \rightarrow N^{+3} \\ \hline \end{array}$$

$$2NO_2 + 2NaOH \rightarrow NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$$

(4)

$$Na\overset{+3}{N}O_2 \rightarrow Na_2O + Na\overset{+5}{N}O_3 + \overset{+2}{N}O$$

$NaNO_2$ vừa là chất oxi hóa, vừa là chất khử.

$$\begin{array}{l|l} 1x & N^{+3} \rightarrow N^{+5} + 2e \\ 2x & N^{+3} + 1e \rightarrow N^{+2} \\ \hline \end{array}$$

$$3NaNO_2 \rightarrow Na_2O + NaNO_3 + 2NO$$

(5)

$$\overset{0}{S} + NaOH \rightarrow Na_2\overset{+6}{S}O_4 + Na_2\overset{-2}{S} + H_2O$$

S vừa là chất oxi hóa, vừa là chất khử.

$$\begin{array}{l|l} 1x & S^0 \rightarrow S^{+6} + 6e \\ 3x & S^0 + 2e \rightarrow S^{-2} \\ \hline \end{array}$$

$$4S + 8NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 3Na_2S + 4H_2O$$

(6)

$$\overset{0}{Br_2} + NaOH \rightarrow Na\overset{-1}{Br} + Na\overset{+5}{Br}O_3 + H_2O$$

Br_2 vừa là chất oxi hóa, vừa là chất khử.

$$\begin{array}{l|l} 1x & Br_2^0 \rightarrow 2Br^{+5} + 10e \\ 5x & Br_2^0 + 2e \rightarrow 2Br^{-1} \\ \hline \end{array}$$

$$3Br_2 + 6NaOH \rightarrow 5NaBr + NaBrO_3 + 3H_2O$$

d) Loại phức tạp

(1)

$$\overset{+2-2}{CuFeS_2} + H\overset{+5}{N}O_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + \overset{+3}{Fe}(NO_3)_3 + H_2\overset{+6}{S}O_4 + \overset{+2}{N}O + H_2O$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{l|l} 3x & CuFeS_2 \rightarrow Cu^{+2} + Fe^{+3} + 2S^{+6} + 17e \\ 17x & N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2} \\ \hline \end{array}$$

$$3CuFeS_2 + 32HNO_3 \rightarrow$$
$$3Cu(NO_3)_2 + 3Fe(NO_3)_3 + 6H_2SO_4 + 17NO + 10H_2O$$

(2)

$$\overset{+2}{Mn}\overset{-1}{Br_2} + \overset{+8/3}{Pb_3}O_4 + HNO_3 \rightarrow H\overset{+7}{Mn}O_4 + \overset{0}{Br_2} + \overset{+2}{Pb}(NO_3)_2 + H_2O$$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{l|l} 2x & MnBr_2 \to Mn^{+7} + Br_2 + 7e \\ 7x & 3Pb^{+8/3} + 2e \to 3Pb^{+2} \\ \hline \end{array}$$

$2MnBr_2 + 7Pb_3O_4 + 42HNO_3 \to 2HMnO_4 + 2Br_2 + 21Pb(NO_3)_2 + 20H_2O$

(3) $\overset{+3-1}{CrI_3} + KOH + \overset{0}{Cl_2} \to \overset{+6}{K_2CrO_4} + \overset{+7}{KIO_4} + \overset{-1}{KCl} + H_2O$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{l|l} 2x & CrI_3 \to Cr^{+6} + 3I^{+7} + 27e \\ 27x & Cl_2^0 + 2e \to 2Cl^{-1} \\ \hline \end{array}$$

$2CrI_3 + 64KOH + 27Cl_2 \to 2K_2CrO_4 + 6KIO_4 + 54KCl + 32H_2O$

(4) $\overset{+2-1}{FeI_2} + \overset{+6}{H_2SO_4} \to \overset{+3}{Fe_2(SO_4)_3} + \overset{+4}{SO_2} + \overset{0}{I_2} + H_2O$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{l|l} 1x & 2FeI_2 \to 2Fe^{+3} + 2I_2 + 6e \\ 3x & S^{+6} + 2e \to S^{+4} \\ \hline \end{array}$$

$2FeI_2 + 6H_2SO_4 \to Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 2I_2 + 6H_2O$

(5) $\overset{+2+3}{Fe(CrO_2)_2} + \overset{0}{O_2} + Na_2CO_3 \to \overset{+6}{Na_2CrO_4} + \overset{+3\ -2}{Fe_2O_3} + CO_2$

(chất khử) (chất oxi hóa)

$$\begin{array}{l|l} 2x & 2Fe^{+2} + 4Cr^{+3} \to 2Fe^{+3} + 4Cr^{+6} + 14e \\ 7x & O_2 + 4e \to 2O^{-2} \\ \hline \end{array}$$

$4Fe(CrO_2)_2 + 7O_2 + 8Na_2CO_3 \to 8Na_2CrO_4 + 2Fe_2O_3 + 8CO_2$

(6) $\overset{+7}{KMnO_4} + \overset{-3}{NH_3} + H_2SO_4 \to \overset{0}{N_2} + \overset{+2}{MnSO_4} + K_2SO_4 + H_2O$

(chất oxi hóa) (chất khử)

$$\begin{array}{l|l} 6x & Mn^{+7} + 5e \to Mn^{+2} \\ 5x & 2N^{-3} \to N_2 + 6e \\ \hline \end{array}$$

$6KMnO_4 + 10NH_3 + 9H_2SO_4 \to 5N_2 + 6MnSO_4 + 3K_2SO_4 + 24H_2O$

2.

a) $\overset{+4}{NO_2} + NaOH \to \overset{+5}{NaNO_3} + \overset{+3}{NaNO_2} + H_2O$

$$\begin{array}{l|l} 1x & NO_2 + 2OH^- \to NO_3^- + H_2O + 1e \\ 1x & NO_2 + 1e \to NO_2^- \\ \hline \end{array}$$

$2NO_2 + 2OH^- \to NO_3^- + NO_2^- + H_2O$

$\Rightarrow$ Phương trình phân tử:

$2NO_2 + 2NaOH \to NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$

b)

$K\overset{+7}{Mn}O_4 + H\overset{+2}{C}OOH + H_2SO_4 \rightarrow \overset{+2}{Mn}SO_4 + \overset{+4}{C}O_2\uparrow + K_2SO_4 + H_2O$

$2x \mid MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

$5x \mid HCOOH \rightarrow CO_2 + 2H^+ + 2e$

$2MnO_4^- + 5HCOOH + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5CO_2 + 8H_2O$

⇒ Phương trình phân tử:

$2KMnO_4 + 5HCOOH + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 5CO_2\uparrow + K_2SO_4 + 8H_2O$

c)

$\overset{+3}{Fe_2}(SO_4)_3 + \overset{+4}{S}O_2 + H_2O \rightarrow \overset{+2}{Fe}SO_4 + H_2\overset{+6}{S}O_4$

$1x \mid 2Fe^{3+} + 2.1e \rightarrow 2Fe^{2+}$

$1x \mid SO_2 + 2H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e$

$2Fe^{3+} + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2Fe^{2+} + SO_4^{2-} + 4H^+$

⇒ Phương trình phân tử:

$Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2FeSO_4 + 2H_2SO_4$

d)

$\overset{+4}{S}O_2 + K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + H_2SO_4 \rightarrow K_2\overset{+6}{S}O_4 + \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + H_2O$

$1x \mid Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$3x \mid SO_2 + 2H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e$

$Cr_2O_7^{2-} + 3SO_2 + 2H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + H_2O$

⇒ Phương trình phân tử:

$3SO_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$

e)

$\overset{+4}{S}O_2 + \overset{0}{Br_2} + H_2O \rightarrow H_2\overset{+6}{S}O_4 + H\overset{-1}{Br}$

$1x \mid Br_2 + 2e \rightarrow 2Br^-$

$1x \mid SO_2 + 2H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e$

$Br_2 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2Br^- + SO_4^{2-} + 4H^+$

⇒ Phương trình phân tử:

$SO_2 + Br_2 + 2H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2HBr$

g)

$K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + K\overset{-1}{I} + H_2SO_4 \rightarrow \overset{0}{I_2} + \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

$1x \mid Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$3x \mid 2I^- \rightarrow I_2 + 2e$

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6I^- \rightarrow 3I_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$\Rightarrow$ Phương trình phân tử:

$$K_2Cr_2O_7 + 6KI + 7H_2SO_4 \rightarrow 3I_2 + Cr_2(SO_4)_3 + 4K_2SO_4 + 7H_2O$$

h) $FeS + NO_3^- + H^+ \rightarrow NO\uparrow + Fe^{3+} + SO_4^{2-} + H_2O$

$$\begin{array}{l|l} 1x & FeS + 4H_2O \rightarrow Fe^{3+} + 8H^+ + SO_4^{2-} + 9e \\ 3x & NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O \\ \hline \multicolumn{2}{l}{FeS + 3NO_3^- + 4H^+ \rightarrow Fe^{3+} + 3NO + SO_4^{2-} + 2H_2O} \end{array}$$

i) $FeS_2 + NO_3^- + H^+ \rightarrow NO\uparrow + Fe^{3+} + SO_4^{2-} + H_2O$

$$\begin{array}{l|l} 1x & FeS_2 + 8H_2O \rightarrow Fe^{3+} + 16H^+ + 2SO_4^{2-} + 15e \\ 5x & NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O \\ \hline \multicolumn{2}{l}{FeS_2 + 5NO_3^- + 4H^+ \rightarrow Fe^{3+} + 5NO + 2SO_4^{2-} + 2H_2O} \end{array}$$

3.

a) Gọi x, y lần lượt là số mol Al và Mg có trong 6,3 gam hỗn hợp X.

Ta có:

$$27x + 24y = 6{,}3 \quad (1)$$

$$\begin{array}{ll|l} Al \rightarrow Al^{3+} + 3e & & S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4} \\ x \rightarrow \quad 3x & & \quad 0{,}1 \leftarrow 0{,}05 \\ Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e & & S^{+6} + 6e \rightarrow S^0 \\ y \rightarrow \quad 2y & & \quad 0{,}3 \leftarrow 0{,}05 \\ & & S^{+6} + 8e \rightarrow S^{-2} \\ & & \quad 0{,}2 \leftarrow 0{,}025 \end{array}$$

$\Rightarrow 3x + 2y = 0{,}6 \qquad (2)$

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} x = 0{,}1\,mol \\ y = 0{,}15\,mol \end{cases}$

Phần trăm khối lượng của mỗi kim loại trong X là

$$\%m_{Al} = \frac{27.0{,}1.100\%}{6{,}3} = 42{,}85\%$$

$$\%m_{Mg} = \frac{24.0{,}15.100\%}{6{,}3} = 57{,}15\%$$

b) $m_Z = 22{,}1 - 6{,}3 = 15{,}8$ gam

Gọi a, b lần lượt là số mol của Cl_2 và O_2. Ta có:

$$71a + 32b = 15{,}8 \quad (3)$$

$$\begin{array}{l|l} Al \rightarrow Al^{3+} + 3e & Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^- \\ 0{,}1 \rightarrow \quad 0{,}3 & a \rightarrow 2a \\ Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e & O_2 + 4e \rightarrow 2O^{2-} \\ 0{,}15 \rightarrow \quad 0{,}3 & b \rightarrow 4b \end{array}$$

$\Rightarrow 2a + 4b = 0{,}6 \qquad (4)$

Giải hệ (3) và (4) ta được: $\begin{cases} a = 0,2\,\text{mol} \\ b = 0,05\,\text{mol} \end{cases}$

Thể tích của mỗi khí trong Z là

$$V_{Cl_2} = 0,2.22,4 = 4,48 \text{ lít}$$

$$V_{O_2} = 0,05.22,4 = 1,12 \text{ lít}$$

4.

a) $n_Z = \dfrac{5,6}{22,4} = 0,25$ mol; $\overline{M}_Z = 18,2.2 = 36,4$ gam/mol $\Rightarrow m_Z = 9,1$ gam

Gọi a, b lần lượt là số mol NO và NO_2 có trong 0,25 mol Z. Ta có hệ:

$$\begin{cases} a + b = 0,25 \\ 30a + 46b = 9,1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,15\,\text{mol} \\ b = 0,1\,\text{mol} \end{cases}$$

Đặt x, y lần lượt là số mol của FeS và Fe_3O_4 chứa trong 27,6 gam X. Ta có:

$$88x + 232y = 27,6 \qquad (1)$$

$$\begin{array}{l|l} FeS + 4H_2O \rightarrow Fe^{3+} + SO_4^{2-} + 8H^+ + 9e & 2H^+ + NO_3^- + 1e \rightarrow NO_2 + H_2O \\ x \quad \rightarrow \quad x \rightarrow \qquad 8x \rightarrow 9x & 0,2 \leftarrow 0,1 \leftarrow 0,1 \leftarrow 0,1 \\ Fe_3O_4 + 8H^+ \rightarrow 3Fe^{3+} + 4H_2O + 1e & 4H^+ + NO_3^- + 3e \rightarrow NO + 2H_2O \\ y \rightarrow 8y \rightarrow 3y \qquad \rightarrow \qquad y & 0,6 \leftarrow 0,15 \leftarrow 0,45 \leftarrow 0,15 \end{array}$$

$$\Rightarrow 9x + y = 0,55 \qquad (2)$$

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} x = 0,05\,\text{mol} \\ y = 0,1\,\text{mol} \end{cases}$

Khối lượng của mỗi chất trong X là

$$m_{FeS} = 88.0,05 = 4,4 \text{ gam}$$

$$m_{Fe_3O_4} = 232.0,1 = 23,2 \text{ gam}$$

b) n_{H^+} phản ứng $= 0,2 + 0,6 + 8y - 8x = 1,2$ mol

n_{H^+} ban đầu $= n_{NO_3^-}$ ban đầu $= n_{HNO_3}$ ban đầu $= \dfrac{140.63}{100.63} = 1,4$ mol

$\Rightarrow n_{H^+}$ còn $= 1,4 - 1,2 = 0,2$ mol; $n_{NO_3^-}$ còn $= 1,4 - (0,1 + 0,15) = 1,15$ mol

$n_{Fe^{3+}} = x + 3y = 0,35$ mol

Y + NaOH:

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$
$$1,15 \rightarrow 1,15$$
$$Fe^{3+} + 3OH^- \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow$$
$$0,35 \rightarrow 3.0,35$$

$\Rightarrow n_{NaOH} = n_{OH^-} = 2,2$ mol $\Rightarrow V_{dd\,NaOH} = 2,2$ lít

c) Y + Cu:

$$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$$
$$0{,}075 \leftarrow 0{,}2$$
$$Cu + 2Fe^{3+} \rightarrow Cu^{2+} + 2Fe^{2+}$$
$$0{,}175 \leftarrow 0{,}35$$

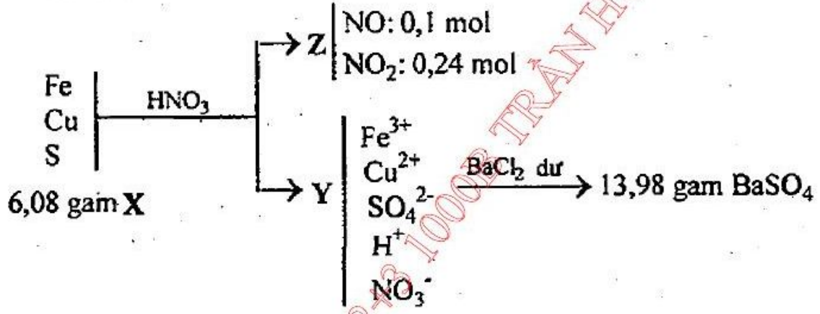
$\Rightarrow \Sigma n_{Cu} = 0{,}075 + 0{,}175 = 0{,}25 \text{ mol} \Rightarrow m_{Cu} = 64.0{,}25 = 16$ gam

5. Gọi a, b lần lượt là số mol của NO và NO_2 có trong 14,04 gam hỗn hợp Z. Ta có:

$$\begin{cases} 30a + 46b = 14,04 \\ a + b = \dfrac{7,616}{22,4} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,1 \text{ mol} \\ b = 0,24 \text{ mol} \end{cases}$$

Quy X về Fe, Cu và S.

Sơ đồ bài toán:



$$\Rightarrow n_S = n_{BaSO_4} = \frac{13,98}{233} = 0,06 \text{ mol}$$

Gọi x, y lần lượt là số mol Fe và Cu có trong 6,08 gam X. Ta có:

$$56x + 64y + 32.0,06 = 6,08 \Rightarrow 56x + 64y = 4,16 \quad (1)$$

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$	$N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$
$x \rightarrow x \rightarrow 3x$	$0,24 \leftarrow 0,24$
$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$	$N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2}$
$y \rightarrow y \rightarrow 2y$	$0,3 \leftarrow 0,1$
$S \rightarrow S^{+6} + 6e$	
$0,06 \rightarrow 0,36$	

$\Rightarrow 3x + 2y + 0,36 = 0,54 \quad (2)$

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} x = 0,04 \text{ mol} \\ y = 0,03 \text{ mol} \end{cases}$

Y + $Ba(OH)_2$ dư:

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$
$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$$
$$0,06 \rightarrow 0,06$$

$$Fe^{3+} + 3OH^- \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow$$
$$0{,}04 \rightarrow 0{,}04$$
$$Cu^{2+} + 2OH^- \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow$$
$$0{,}03 \rightarrow 0{,}03$$

$\Rightarrow m_{\text{kết tủa}} = 233.0{,}06 + 107.0{,}04 + 98.0{,}03 = 21{,}2$ gam

6. $m_{\text{Phần 1}} = m_{\text{Phần 2}} = \dfrac{39{,}2}{2} = 19{,}6 \text{ gam} \Rightarrow n_{O_2} = \dfrac{22 - 19{,}6}{32} = 0{,}075 \text{ mol}$

• Phần 2 + H_2SO_4 loãng: Chỉ có phản ứng.

$$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow$$
$$0{,}1 \leftarrow 0{,}1$$

• Phần 1: $n_{SO_2} = \dfrac{2{,}24}{22{,}4} = 0{,}1 \text{ mol}$

$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$	$O_2 + 4e \rightarrow 2O^{2-}$
$0{,}1 \rightarrow 0{,}3$	$0{,}075 \rightarrow 0{,}3$
$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$	$S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4}$
$x \rightarrow 2x$	$0{,}2 \leftarrow 0{,}1$
$Ag \rightarrow Ag^+ + 1e$	
$y \rightarrow y$	

$\Rightarrow 0{,}3 + 2x + y = 0{,}3 + 0{,}2 \Rightarrow 2x + y = 0{,}2$ (1)

Mặt khác: $56.0{,}1 + 64x + 108y = 19{,}6 \Rightarrow 64x + 108y = 14$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} x = 0{,}05 \text{ mol} \\ y = 0{,}1 \text{ mol} \end{cases}$

Khối lượng mỗi kim loại trong X là

$m_{Fe} = 2.0{,}1.56 = 11{,}2$ gam
$m_{Cu} = 2.0{,}05.64 = 6{,}4$ gam
$m_{Ag} = 2.0{,}1.108 = 21{,}6$ gam

7. $n_{NO_2} = \dfrac{4{,}032}{22{,}4} = 0.18 \text{ mol}; n_S = \dfrac{0{,}64}{32} = 0{,}02 \text{ mol}$

Quy Y về Zn, Fe và S. Ta có:

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e$	$N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$
$x \rightarrow 2x$	$0{,}18 \leftarrow 0{,}18$
$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$	
$y \rightarrow 3y$	
$S \rightarrow S^{+6} + 6e$	
$0{,}02 \rightarrow 6.0{,}02$	

$\Rightarrow 2x + 3y + 0{,}12 = 0{,}18 \Rightarrow 2x + 3y = 0{,}06$ (1)

Mặt khác: $65x + 56y = 1{,}535$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} x = 0{,}015 \text{ mol} \\ y = 0{,}01 \text{ mol} \end{cases}$

Khối lượng mỗi kim loại trong X là

$$m_{Zn} = 65.0,015 = 0,975 \text{ gam}$$
$$m_{Fe} = 56.0,01 = 0,56 \text{ gam}$$

8.

a) Khí không màu hoá nâu trong không khí là NO (M = 30)

$$\underset{(không\ màu)}{2NO} + O_2 \rightarrow \underset{(màu\ nâu)}{2NO_2}$$

$\overline{M}_X = 17,33.2 = 34,66$ (gam/mol) > 30 ⇒ Khí không màu còn lại phải có khối lượng mol phân tử lớn hơn 34,66 ⇒ Chỉ có thể là N_2O (loại NO_2 vì có màu nâu).

Đặt n_{NO} = a (mol) ; n_{N_2O} = b (mol). Ta có hệ :

$$\begin{cases} a + b = 0,15 \\ 30a + 44b = 17,33.2.0,15 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,1 \text{ mol} \\ b = 0,05 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\begin{array}{l|l} Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e & 4HNO_3 + 3e \rightarrow NO + 2H_2O + 3NO_3^- \\ x \rightarrow x \rightarrow 2x & 0,4 \leftarrow 3.0,1 \leftarrow 0,1 \\ Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e & 10HNO_3 + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O + 8NO_3^- \\ y \rightarrow y \rightarrow 3y & 0,5 \leftarrow 8.0,05 \leftarrow 0,05 \end{array}$$

Suy ra hệ:

$$\begin{cases} 2x + 3y = 0,7 \\ 24x + 56y = 10,4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,2 \text{ mol} \\ y = 0,1 \text{ mol} \end{cases}$$

$$m_{Mg} = 0,2.24 = 4,8 \text{ gam}$$
$$m_{Fe} = 56.0,1 = 5,6 \text{ gam}$$

b)

$$HNO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + H_2O$$
$$z \rightarrow z$$
$$Fe(NO_3)_3 + 3NaOH \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3NaNO_3$$
$$0,1 \rightarrow 0,3$$
$$Mg(NO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow + 2NaNO_3$$
$$0,2 \rightarrow 0,4$$

$\rightarrow n_{NaOH} = z + 0,7 = 0,5.1,6 \Rightarrow z = 0,1$ mol

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ ban đầu $= 0,4 + 0,5 + 0,1 = 1$ mol

$\Rightarrow V_{dd\,HNO_3}$ đã dùng $= \dfrac{1}{0,1} = 10$ lít

9. a) Theo bảo toàn nguyên tố: $n_{Al^{3+}} = n_{Al} = \dfrac{9,18}{27} = 0,34$ mol

$$Al^{3+} + 4OH^- \rightarrow Al(OH)_4^-$$
$$0,34 \rightarrow 1,36$$

$\Rightarrow n_{NaOH}$ phản ứng = 1,36 mol < n_{NaOH} ban đầu = $\dfrac{290.20}{100.40}$ = 1,45 mol nên trong dung dịch muối Y phải còn một muối nữa tác dụng với dung dịch NaOH, đó là muối NH_4NO_3.

$$\begin{array}{l} NH_4NO_3 \ + \ NaOH \rightarrow NaNO_3 + NH_3 + H_2O \\ 0{,}09 \ \leftarrow (1{,}45 - 1{,}36) \end{array}$$

Xác định khí X.

Trong khí X $n_N = \dfrac{0{,}3612.10^{23}}{6{,}02.10^{23}} = 0{,}06\,\text{mol}$

Đặt X là $N_xO_y \Rightarrow n_{N_xO_y} = \dfrac{1}{x} n_{N(X)} = \dfrac{0{,}06}{x}$ mol

$$\begin{array}{l|l} Al \rightarrow Al^{3+} + 3e & N^{+5} + 8e \rightarrow N^{-3} \\ 0{,}34 \quad \rightarrow \quad 3.0{,}34 & \qquad 0{,}72 \leftarrow 0{,}09 \\ & xN^{+5} + (5x - 2y)e \rightarrow xN^{+2y/x} \\ & \qquad (5x - 2y).\dfrac{0{,}06}{x} \leftarrow 0{,}06 \end{array}$$

$\Rightarrow (5x - 2y).\dfrac{0{,}06}{x} + 0{,}72 = 3.0{,}34 \Rightarrow y = 0 \Rightarrow$ X chỉ có thể là N_2

Các phương trình phản ứng xảy ra:

$$\begin{array}{ll} 8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3NH_4NO_3 + 9H_2O & (1) \\ \qquad 0{,}9 \qquad \leftarrow \qquad 0{,}09 & \\ 10Al + 36HNO_3 \rightarrow 10Al(NO_3)_3 + 3N_2\uparrow + 18H_2O & (2) \\ \qquad 0{,}36 \qquad \leftarrow \qquad 0{,}03 & \\ Al(NO_3)_3 + 3NaOH \rightarrow Al(OH)_3\downarrow + 3NaNO_3 & \\ Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow Na[Al(OH)_4] & \\ NH_4NO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + NH_3 + H_2O & \end{array}$$

b) Từ (1) và (2) $\Rightarrow n_{HNO_3} = 0{,}9 + 0{,}36 = 1{,}26$ mol

$$\Rightarrow V_{dd\,HNO_3} = \frac{1{,}26}{0{,}25} = 5{,}04 \text{ lít}$$

10.

- Phần 1:

$$\begin{array}{l} Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2\uparrow \\ x \qquad \rightarrow \qquad x \\ Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow \\ y \qquad \rightarrow \qquad y \end{array}$$

$\Rightarrow n_{H_2} = x + y = 0{,}15 \quad (1)$

- Phần 2:

$$\begin{array}{l|l} Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e & S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4} \\ x \quad \rightarrow \quad 2x & \qquad 0{,}1 \leftarrow 0{,}05 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll|l} Fe & \rightarrow & Fe^{3+} + & 3e & S^{+6} + 8e \rightarrow S^{-2} \\ y & \rightarrow & & 3y & \quad 0{,}1 \leftarrow 0{,}0125 \\ & & & & S^{+6} + 6e \rightarrow S \\ & & & & \quad 0{,}15 \leftarrow 0{,}025 \end{array}$$

$\Rightarrow 2x + 3y = 0{,}35$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: $\begin{cases} x = 0{,}1\,mol \\ y = 0{,}05\,mol \end{cases} \Rightarrow m = 2(24.0{,}1 + 56.0{,}05) = 10{,}4$ gam

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Chọn C

$$\begin{array}{r|l} (5x-2y)\times & M \rightarrow M^{n+} + ne \\ nx\times & xN^{+5} + (5x-2y)e \rightarrow xN^{+2y/x} \end{array}$$

$$(5x-2y)M + (6nx-2ny)HNO_3 \rightarrow (5x-2y)M(NO_3)_n + nN_xO_y + (3nx-ny)H_2O$$

2. Chọn D

$$Al + 4HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$$

$\Rightarrow a : b = 1 : 4$

3. Chọn D

$$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O$$

$\Rightarrow a : b = 6 : 1$

4. Chọn A

Đặt $n_{FeS_2} = a\,mol$; $n_{Cu_2S} = b\,mol \Rightarrow n_{SO_4^{2-}} = 2a + b$; $n_{Fe^{3+}} = a\,mol$;

$n_{Cu^{2+}} = 2b$ mol. Ta có:

$$2n_{Cu^{2+}} + 3n_{Fe^{3+}} = 2n_{SO_4^{2-}} \Rightarrow 4b + 3a = 2(2a + b) \Rightarrow a = 2b$$

$$\begin{array}{r|l} 1\times & 2FeS_2 + Cu_2S \rightarrow 2Cu^{2+} + 2Fe^{3+} + 5S^{+6} + 40e \\ 40\times & N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4} \end{array}$$

$$2FeS_2 + Cu_2S + 40HNO_3 \rightarrow 2CuSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + 40NO_2\uparrow + 20H_2O$$

5. Chọn D

Bao gồm các phản ứng (1), (2), (5), (6).

6. Chọn C

(1) $2Fe + 6H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2\uparrow + 6H_2O$

(2) $2FeO + 4H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2\uparrow + 4H_2O$

(3) $2Fe_3O_4 + 10H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + SO_2\uparrow + 10H_2O$

(4) $Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

(5) $2FeS + 10H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 9SO_2\uparrow + 10H_2O$

(6) $C + 2H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$

(7) $CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$

(8) $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

(9) $2NaBr + 2H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + Br_2 + SO_2 + 2H_2O$

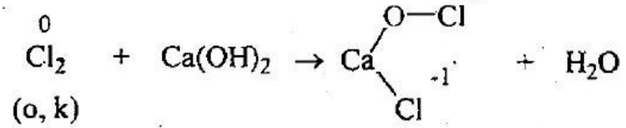
(11) $NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{t^0} NaHSO_4 + HCl\uparrow$

(12) $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2HCl$

Như vậy, chỉ có các phản ứng (1), (2), (3), (5), (6), (9) có sự thay đổi số oxi hóa của các nguyên tố mới là các phản ứng oxi hóa - khử.

7. Chọn A

Vì trong các phản ứng (2), (3), (4) chỉ có một nguyên tố có sự thay đổi số oxi hóa.



$$\underset{(o,\,k)}{\overset{0}{Cl_2}} + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca\begin{cases} O-\overset{+1}{Cl} \\ \overset{-1}{Cl} \end{cases} + H_2O$$

$$\underset{(o,\,k)}{\overset{0}{Cl_2}} + 2NaOH \rightarrow \overset{-1}{NaCl} + \overset{+1}{NaClO} + H_2O$$

$$\underset{(o,\,k)}{4K\overset{+5}{Cl}O_3} \rightarrow K\overset{-1}{Cl} + 3K\overset{+7}{Cl}O_4$$

8. Chọn A

$$\begin{array}{ccccccccccccc} FeS_2 & + & 4H^+ & + & 5NO_3^- & \rightarrow & Fe^{3+} & + & 2SO_4^{2-} & + & 5NO\uparrow & + & 2H_2O \\ 1 & \rightarrow & & & 5 & & & & & & & & \end{array}$$

$\Rightarrow n_{HNO_3} = n_{NO_3^-} = 5$ mol

9. Chọn A

$$n_{O_2} = \frac{21,25 - 18,85}{32} = 0,075\,\text{mol}$$

Quy Y về Mg, Fe và O_2. Ta có:

$$24x + 56y = 8,8 - 32.0,075 = 6,4 \quad (1)$$

$$\begin{array}{lll|lll} Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e & & & O_2 + 4e \rightarrow 2O^{2-} \\ x \quad \rightarrow \quad 2x & & & 0,075 \rightarrow 0,3 \\ Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e & & & N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4} \\ y \quad \rightarrow \quad 3y & & & \quad 0,15 \leftarrow 0,15 \end{array}$$

$\Rightarrow 2x + 3y = 0,45$ (2)

Giải hệ (1) và (2) ta được: x = 0,15 mol; y = 0,05 mol.

Phần trăm khối lượng của Fe trong X là

$$\%m_{Fe} = \frac{0,05.56.100\%}{6,4} = 43,75\%$$

10. Chọn A

$$\begin{array}{llll|l} Cu & \to & Cu^{2+} & +\ 2e & N^{+5} \ +\ 3e \to N^{+2} \\ x & \to & & 2x & \quad\quad 0{,}3 \leftarrow 0{,}1 \\ Au & \to & Au^{3+} & +\ 3e & \\ y & \to & & 3y & \end{array}$$

Ta có hệ: $\begin{cases} 2x + 3y = 0{,}3 \\ 64x + 197y = 14{,}65 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0{,}075\,mol \\ y = 0{,}05\,mol \end{cases}$

Phần trăm khối lượng của Au trong X là

$$\%m_{Cu} = \frac{197.0{,}05.100\%}{14{,}65} = 67{,}23\%$$

11. Chọn B

$$Fe + S \xrightarrow{t^o} FeS$$

• Phần 1: S không phản ứng với H_2SO_4 loãng.

$$FeS + H_2SO_4\,(loãng) \to FeSO_4 + H_2S\uparrow$$
$$Fe + H_2SO_4\,(loãng) \to FeSO_4 + H_2\uparrow$$

$\Rightarrow n_{Fe}$ ban đầu $= 2n_{khí} = 0{,}25$ mol

• Phần 2: Coi như Y chỉ gồm Fe và S.

$$\begin{array}{llll|l} Fe & \to & Fe^{3+} & +\ 3e & N^{+5} \ +\ 1e \ \to \ N^{+4} \\ 0{,}125 & \to & & 0{,}375 & \quad\quad 0{,}735 \leftarrow 0{,}735 \\ S & \to & S^{+6} & +\ 6e & \\ x & \to & & 6x & \end{array}$$

$\Rightarrow 0{,}375 + 6x = 0{,}735 \Rightarrow x = 0{,}06$ mol $\Rightarrow m = 56.0{,}25 + 32.2.0{,}06 = 17{,}84$ gam

12. Chọn C

$$\begin{array}{llll|l} M & \to & M^{2+} & +\ 2e & N^{+5} \ +\ 1e \to N^{+4} \\ x & \to & & 2x & \quad\quad 0{,}1 \to 0{,}1 \\ Al & \to & Al^{3+} & +\ 3e & \\ y & \to & & 3y & \end{array}$$

$\Rightarrow 2x + 3y = 0{,}1$ (1)

Mặt khác: $Mx + 27y = 1{,}74$ (2)

Từ (1) và (2) ta rút ra:

$$x = \frac{0{,}84}{M - 18} < 0{,}05 \Rightarrow M > 34{,}8\ (*)$$

$$\begin{array}{ccc} M + 2HCl & \to & MCl_2 + H_2\uparrow \\ \frac{2{,}1}{M} & \to & \frac{2{,}1}{M} \end{array}$$

$$\Rightarrow n_{H_2} = \frac{2{,}1}{M} > 0{,}05 \Rightarrow M < 42\ (**)$$

Từ (*) và (**) $\Rightarrow 34{,}8 < M < 42 \Rightarrow M = 40$ (Ca)

13. Chọn B

Quy M về Fe, Cu và O. Ta có:

$$n_O = \frac{39,2.18,367}{16.100} = 0,45\,\text{mol}$$

Các bán phản ứng khử:

$$\begin{array}{l} O \;+\; 2H^+ \;+\; 2e \rightarrow H_2O \\ 0,45 \rightarrow 0,9 \\ NO_3^- \;+\; 4H^+ \;+\; 3e \rightarrow NO \;+\; 2H_2O \\ \qquad\quad 0,8 \;\leftarrow 0,2 \end{array}$$

$$\Rightarrow n_{HNO_3} = n_{H^+} = 1,7\text{ mol} \Rightarrow a = \frac{1,7}{0,85} = 2M$$

14. Chọn D

$$n_{CO_2} = n_{BaCO_3} = \frac{49,25}{197} = 0,25\,\text{mol}$$

$$\begin{array}{l|l} C^{+2} \rightarrow C^{+4} \;+\; 2e & S^{+6} + \;2e \rightarrow\; S^{+4} \\ 0,25 \rightarrow 0,5 & \qquad 0,5 \rightarrow 0,25 \end{array}$$

$$\Rightarrow V = 0,25.22,4 = 5,6\text{ lít}$$

15. Chọn A

Quy X về Fe, Cu và S. Ta có: $n_S = n_{SO_4^{2-}} = n_{BaSO_4} = \frac{4,66}{233} = 0,02\,\text{mol}$

$$\begin{array}{l|l} Fe \rightarrow Fe^{3+} \;+\; 3e & NO_3^- \;+\; 4H^+ \;+\; 3e \;\rightarrow NO \;+\; 2H_2O \\ x \rightarrow \;\; x \rightarrow \quad 3x & 0,07 \leftarrow 0,28 \leftarrow 0,21 \leftarrow 0,07 \\ Cu \rightarrow Cu^{2+} \;+\; 2e & \\ y \rightarrow \;\; y \rightarrow \quad 2y & \\ S + \;4H_2O \rightarrow \;SO_4^{2-} \;+\; 8H^+ \;+ 6e & \\ 0,02 \quad \rightarrow \qquad\qquad 0,16 \rightarrow 0,12 & \end{array}$$

$$\Rightarrow 3x \;+ 2y \;+ 0,12 = 0,21 \Rightarrow 3x \;+\; 2y = 0,09 \quad (1)$$

Mặt khác:

$$56x \;+ 64y \;+ 32.0,02 = 2,72 \Rightarrow 56x \;+ 64y = 2,08\ (2)$$

Giải hệ (1) và (2) ta được:

$$\begin{cases} x = 0,02\,\text{mol} \\ y = 0,015\,\text{mol} \end{cases}$$

n_{HNO_3} ban đầu = 0,5 mol ⇒ n_{H^+} còn = 0,5 + 0,16 - 0,28 = 0,38 mol;

$n_{NO_3^-}$ còn = 0,5 - 0,07 = 0,43 mol

$$\begin{array}{l} 3Cu \;\;+\;\; 8H^+ \;+\; 2NO_3^- \rightarrow 3Cu^{2+} \;+\; 2NO\uparrow \;+\; 4H_2O \\ 0,1425 \leftarrow 0,38 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} Cu \ + \ 2Fe^{3+} \rightarrow Cu^{2+} \ + \ 2Fe^{2+} \\ 0{,}01 \leftarrow 0{,}02 \end{array}$$

$\Rightarrow m_{Cu} = 64(0{,}1425 + 0{,}01) = 9{,}76$ gam

16. Chọn D

Gọi a, b lần lượt là số mol N_2 và N_2O. Ta có:

$$\begin{cases} a + b = 0{,}06 \\ 28a + 44b = 2{,}48 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0{,}01\,mol \\ b = 0{,}05\,mol \end{cases}$$

$$\begin{array}{l} 12H^+ + 2NO_3^- + 10e \rightarrow N_2 + 6H_2O \\ 0{,}12 \qquad \leftarrow \qquad 0{,}01 \\ 10H^+ + 2NO_3^- + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O \\ 0{,}5 \qquad \leftarrow \qquad 0{,}05 \end{array}$$

Vì $12n_{N_2} + 10n_{N_2O} = 12.0{,}01 + 10.0{,}05 = 0{,}62\,mol < n_{HNO_3}$ ban đầu $\Rightarrow$ Có muối NH_4NO

$$\begin{array}{l} 10H^+ + 10NO_3^- + 8e \rightarrow NH_4NO_3 + 3H_2O + 8NO_3^- \\ 10c \qquad \leftarrow \qquad c \rightarrow \qquad 8c \end{array}$$

$\Rightarrow n_{HNO_3} = 0{,}12 + 0{,}5 + 10c = 0{,}87 \Rightarrow c = 0{,}025\,mol$

$\Rightarrow m = 9{,}55 + 62(10.0{,}01 + 8.0{,}05 + 8.0{,}025) + 80.0{,}025 = 54{,}95$ gam

17. Chọn C

Giả sử chất rắn hoàn toàn là Ag $\Rightarrow n_{Ag} = 0{,}065$ mol < 0,08 mol (thỏa mãn giả sử)

$\Rightarrow$ Kim loại hết, $AgNO_3$ còn.

$$\begin{array}{l|l} Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e & Ag^+ + e \rightarrow Ag \\ x \quad \rightarrow \quad 2x & \quad 0{,}065 \leftarrow 0{,}065 \\ Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e & \\ y \quad \rightarrow \quad 3y & \end{array}$$

Ta có hệ: $\begin{cases} 24x + 56y = 1{,}08 \\ 2x + 3y = 0{,}065 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0{,}01\,mol \\ y = 0{,}015\,mol \end{cases}$

$$\Rightarrow \%n_{Mg} = \frac{0{,}01.100\%}{0{,}025} = 40\%$$

18. Chọn C

$n_S = n_{BaSO_4} = 0{,}02$ mol

$$\begin{array}{l|l} C \rightarrow C^{+4} + 4e & N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4} \\ x \quad \rightarrow \quad 4x & \quad 0{,}9 \leftarrow 0{,}9 \\ P \rightarrow P^{+5} + 5e & \\ y \quad \rightarrow \quad 5y & \\ S \rightarrow S^{+6} + 6e & \\ 0{,}02 \quad \rightarrow \quad 0{,}12 & \end{array}$$

$\Rightarrow 4x + 5y = 0{,}78$ mol

$$\begin{array}{lll|l} C \to C^{+4} + 4e & & & O_2 + 4e \to 2O^{-2} \\ x \to 4x & & & a \to 4a \\ P \to P^{+5} + 5e & & & \\ y \to 5y & & & \\ S \to S^{+4} + 4e & & & \\ 0{,}02 \to 0{,}08 & & & \end{array}$$

$\Rightarrow 4x + 5y + 0{,}08 = 4a \Rightarrow 0{,}78 + 0{,}08 = 4a \Rightarrow a = 0{,}215 \text{ mol} \Rightarrow V_{O_2} = 4{,}816$ lít

19. Chọn D

Gọi a, b lần lượt là số mol N_2, N_2O. Ta có hệ:

$$\begin{cases} a + b = \dfrac{5{,}376}{22{,}4} = 0{,}24 \\ 28a + 44b = 0{,}24.2.18 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0{,}12 \text{ mol} \\ b = 0{,}12 \text{ mol} \end{cases}$$

Nếu không có muối NH_4NO_3 thì khối lượng muối thu được là khối lượng $Al(NO_3)_3$:

$$n_{Al(NO_3)_3} = n_{Al} = \frac{m}{27} \Rightarrow m_{\text{muối}} = m_{Al(NO_3)_3} = \frac{213m}{27} < 8m$$

$\Rightarrow$ Có muối NH_4NO_3 sinh ra

$$\Rightarrow m_{NH_4NO_3} = 8m - \frac{213m}{27} = \frac{m}{9} \text{ gam} \Rightarrow n_{NH_4NO_3} = \frac{m}{9.80} = \frac{m}{720} \text{ mol}$$

$$\begin{array}{l|l} Al \to Al^{3+} + 3e & 2N^{+5} + 10e \to N_2 \\ \dfrac{m}{27} \to \dfrac{m}{9} & \qquad 1{,}2 \leftarrow 0{,}12 \\ & 2N^{+5} + 8e \to 2N^{+1} \\ & \qquad 0{,}96 \leftarrow 0{,}24 \\ & N^{+5} + 8e \to N^{-3} \\ & \qquad \dfrac{m}{90} \leftarrow \dfrac{m}{720} \end{array}$$

$$\Rightarrow \frac{m}{9} = 1{,}2 + 0{,}96 + \frac{m}{90} \Rightarrow m = 21{,}6 \text{ gam}$$

20. Chọn A

Gọi a, b lần lượt là số mol của Fe và kim loại X có trong 1,805 gam hỗn hợp.

Ta có:

$$56a + M_X b = 1{,}805 \qquad (1)$$

$$\begin{array}{l} Fe + 2HCl \to FeCl_2 + H_2\uparrow \\ a \qquad \to \qquad\qquad a \end{array}$$

$$\begin{array}{l} M + nHCl \to MCl_n + \dfrac{n}{2}H_2\uparrow \\ b \qquad \to \qquad\qquad 0{,}5nb \end{array}$$

$$\Rightarrow a + 0{,}5nb = \frac{1{,}064}{22{,}4} = 0{,}0475 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow (28n - M_X)b = 0{,}855$ (3)

$$\begin{array}{lllll} Fe + 4HNO_3 & \rightarrow & Fe(NO_3)_3 + & NO\uparrow & + 2H_2O \\ a & \rightarrow & & a & \end{array}$$

$$\begin{array}{lllll} 3M + 4mHNO_3 & \rightarrow & 3M(NO_3)_m + & mNO\uparrow & + 2mH_2O \\ b & \rightarrow & & \frac{mb}{3} & \end{array}$$

$\Rightarrow n_{NO} = a + \dfrac{mb}{3} = 0{,}04 \Rightarrow 3a + mb = 0{,}12$ (4)

Từ (2) và (4) $\Rightarrow (1{,}5n - m)b = 0{,}0225$ (5)

Từ (3) và (5) $\Rightarrow \dfrac{28n - M_X}{1{,}5n - m} = 38 \Rightarrow 38m = M_X + 29n$ (6)

Xét 2 trường hợp sau:

- *Trường hợp 1:* X có hóa trị không đổi $\Rightarrow n = m$

(6) $\Rightarrow M_X = 9n \Rightarrow n = 3$ và M = 27 (Al)

- *Trường hợp 2:* X có hóa trị thay đổi $\Rightarrow 1 \leq n < m \leq 3 \Rightarrow n = 1$ hoặc 2

- Với $n = 1 \Rightarrow m = 2$ hoặc 3

m	2	3
M_X	47 (loại)	85 (loại)

- Với $n = 2 \Rightarrow m = 3 \Rightarrow M_X = 56$ (Fe, loại vì X khác Fe)

21. Chọn A

$$\begin{array}{lll} CO_2 + Ca(OH)_2 & \rightarrow & CaCO_3\downarrow + H_2O \\ 0{,}04 & \leftarrow & 0{,}04 \end{array}$$

Quy **X** về Fe và O. Theo định luật bảo toàn nguyên tố:

$$n_{Fe} = 2n_{Fe_2(SO_4)_3} = \frac{2.18}{400} = 0{,}09 \text{ mol}$$

$$\begin{array}{l|l} Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e & S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4} \\ 0{,}09 \rightarrow \quad 3.0{,}09 & \quad 0{,}09 \leftarrow 0{,}045 \\ C^{-2} \rightarrow C^{+4} + 2e & O + 2e \rightarrow O^{-2} \\ \quad 0{,}04 \rightarrow 0{,}08 & x \rightarrow 2x \end{array}$$

$\Rightarrow 3.0{,}09 + 0{,}08 = 0{,}09 + 2x \Rightarrow x = 0{,}13$ mol

$\Rightarrow m = m_{Fe} + m_O = 56.0{,}09 + 16.0{,}13 = 7{,}12$ gam

22. Chọn B

$n_{H^+} = n_{HNO_3} + n_{HCl} = 0{,}5.0{,}1 + 0{,}4.0{,}5 = 0{,}25$ mol; $n_{Cl^-} = n_{HCl} = 0{,}2$ mol

$n_{NO_3^-} = n_{HNO_3} = 0{,}05$ mol; $n_{Cu} = n_{Fe} = 0{,}05$ mol

Các phản ứng xảy ra theo thứ tự:

$$\begin{array}{l} Fe + 4H^+ + NO_3^- \rightarrow Fe^{3+} + NO\uparrow + 2H_2O \\ 0{,}05 \rightarrow 0{,}2 \rightarrow 0{,}05 \rightarrow 0{,}05 \end{array}$$

$\Rightarrow n_{H^+}$ còn = 0,25 - 0,2 = 0,05 mol

Do NO_3^- hết nên chỉ có phản ứng Cu khử Fe^{3+}:

$$\begin{array}{lllll} Cu & + & 2Fe^{3+} & \rightarrow 2Fe^{2+} & + \ Cu^{2+} \\ 0,025 & \leftarrow & 0,05 & \rightarrow \ \ 0,05 & \end{array}$$

$\Rightarrow n_{Cu}$ còn = 0,025 mol

Dung dịch X chứa Fe^{2+}, Cu^{2+}, H^+ và Cl^-

X + $AgNO_3$ dư:

$$Fe^{2+} + Ag^+ \rightarrow Fe^{3+} + Ag\downarrow$$
$$0,05 \quad \rightarrow \qquad\qquad 0,05$$

$$3Ag + NO_3^- + 4H^+ \rightarrow 3Ag^+ + NO\uparrow + 2H_2O$$
$$0,0375 \quad \leftarrow \quad 0,05$$

$\Rightarrow n_{Ag}$ còn = 0,05 - 0,0375 = 0,0125 mol

$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow$$
$$0,2 \rightarrow 0,2$$

$\Rightarrow m_{\text{chất rắn}} = m_{Ag} + m_{AgCl}$ = 108.0,0125 + 143,5.0,2 = 30,05 gam

23. Chọn C

$$\begin{array}{l|l} Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e & N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2} \\ x \rightarrow x \rightarrow 3x & \qquad 0,24 \leftarrow 0,08 \\ Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e & \\ y \rightarrow y \rightarrow 2y & \end{array}$$

Ta có hệ: $\begin{cases} 3x + 2y = 0,24 \\ 56x + 64y = 6,08 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,04 \text{ mol} \\ y = 0,06 \text{ mol} \end{cases}$

Dung dịch thu được có chứa Fe^{3+}, Cu^{2+}, H^+ và NO_3^-.

Khi thêm 0,12 mol Mg vào thì các phản ứng xảy ra theo thứ tự:

$$3Mg + 8H^+ + 2NO_3^- \rightarrow 3Mg^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$$
$$0,03 \qquad\qquad \leftarrow \qquad\qquad 0,02$$

$$Mg + 2Fe^{3+} \rightarrow Mg^{2+} + 2Fe^{2+}$$
$$0,02 \leftarrow 0,04 \quad \rightarrow \quad 0,04$$

$$Mg + Cu^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Cu$$
$$0,06 \leftarrow 0,06 \quad \rightarrow \quad 0,06$$

$\Rightarrow n_{Mg}$ còn = 0,12 - (0,03 + 0,02 + 0,05) = 0,01 mol

$$Mg + Fe^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Fe$$
$$0,01 \rightarrow 0,01 \quad \rightarrow \quad 0,01$$

$\Rightarrow m_{\text{chất rắn}}$ = 64.0,06 + 56.0,01 = 4,4 gam

24. Chọn A

n_{HNO_3} ban đầu = $\dfrac{12,6.60}{63.100}$ = 0,12 mol; $n_{Cu(NO_3)_2} = n_{Cu} = \dfrac{1,28}{64}$ = 0,02 mol

Gọi a là số mol HNO_3 còn dư trong X ($a \ge 0$)

Khi cho 0,105 mol KOH phản ứng với dung dịch X, có các phản ứng:

$$\begin{array}{ccccccc} KOH & + & HNO_3 & \rightarrow & KNO_3 & + & H_2O \quad (1) \\ a & \leftarrow & a & \rightarrow & a & & \end{array}$$

$$Cu(NO_3)_2 + 2KOH \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow + 2KNO_3 \quad (2)$$

Xét 2 trường hợp sau:

- Nếu KOH hết $\Rightarrow n_{KNO_3} = n_{KOH}$ ban đầu = 0,105 mol

$\Rightarrow n_{Cu(NO_3)_2}$ còn (nếu có) = (0,5a - 0,0325) mol

Nung chất rắn:

$$\begin{array}{ccccc} 2KNO_3 & \xrightarrow{t^0} & 2KNO_2 & + & O_2\uparrow \\ 0,105 & \rightarrow & 0,105 & & \end{array}$$

$$Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t^0} CuO + 2NO_2 + \frac{1}{2}O_2\uparrow$$

$\Rightarrow m_{\text{chất rắn}} = m_{KNO_2} + m_{CuO} = 85.0,105 + m_{CuO} > 8,78$ (loại)

- Nếu $Cu(NO_3)_2$ hết

Từ (1) và (2) $\Rightarrow n_{KNO_3} = (a + 0,04)$ mol; n_{KOH} còn = 0,105 - 0,04 - a = (0,065 - a) mol

Nung chất rắn: KOH không bị nhiệt phân

$$\begin{array}{ccccc} 2KNO_3 & \xrightarrow{t^0} & 2KNO_2 & + & O_2\uparrow \\ a + 0,04 & \rightarrow & a + 0,04 & & \end{array}$$

$\Rightarrow m_{\text{chất rắn}} = 56(0,065 - a) + 85(a + 0,04) = 8,78 \Rightarrow a = 0,06$ mol

$\Rightarrow n_{HNO_3}$ phản ứng với Cu = 0,12 - 0,06 = 0,06 mol

$$\begin{array}{l|l} Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e & xNO_3^- + (6x - 2y)H^+ + (5x - 2y)e \rightarrow N_xO_y + (3x - y)H_2O \\ 0,02 \quad \rightarrow \quad 0,04 & \qquad\qquad 0,06 \quad \rightarrow \quad \dfrac{0,06(5x-2y)}{6x-2y} \end{array}$$

$$\Rightarrow 0,04 = \frac{0,06(5x-2y)}{6x-2y} \Rightarrow 12x - 4y = 15x - 6y \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{2}{3} \ (N_2O_3 \equiv NO_2.NO)$$

$$\Rightarrow n_{N_2O_3} = \frac{n_{H^+}}{6x-2y} = \frac{0,06}{2.6-2.3} = 0,01 \text{ mol}$$

$\Rightarrow m_{\text{dung dịch X}} = m_{Cu} + m_{\text{dd}HNO_3} - m_{N_2O_3} = 1,28 + 12,6 - 76.0,01 = 13,12$ gam

$$\Rightarrow C\%_{Cu(NO_3)_2} = \frac{0,02.188.100\%}{13,12} = 28,66\%$$

O CHƯƠNG V

NHÓM HALOGEN

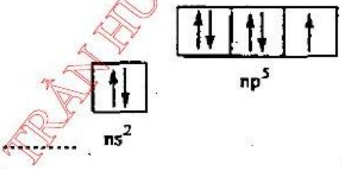
A. LÍ THUYẾT CƠ BẢN VÀ NÂNG CAO

I. NHÓM HALOGEN TRONG BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ

Nhóm VIIA trong bảng tuần hoàn gồm 5 nguyên tố: Flo (ô số 9, chu kì 2), clo (ô số 17, chu kì 3), brom (ô số 35, chu kì 4), iot (ô số 53, chu kì 5) và atatin (ô số 85, chu kì 6).

Atatin không gặp trong tự nhiên. Nó được điều chế nhân tạo bằng các phản ứng hạt nhân. Atatin được nghiên cứu trong nhóm các nguyên tố phóng xạ. Như vậy, nhóm halogen được nghiên cứu ở đây bao gồm flo, clo, brom và iot

II. CẤU HÌNH ELECTRON VÀ CẤU TẠO PHÂN TỬ CỦA CÁC NGUYÊN TỐ TRONG NHÓM HALOGEN



Cấu hình electron lớp ngoài cùng của các nguyên tử các halogen là ns^2np^5 (n là số thứ tự của lớp ngoài cùng).

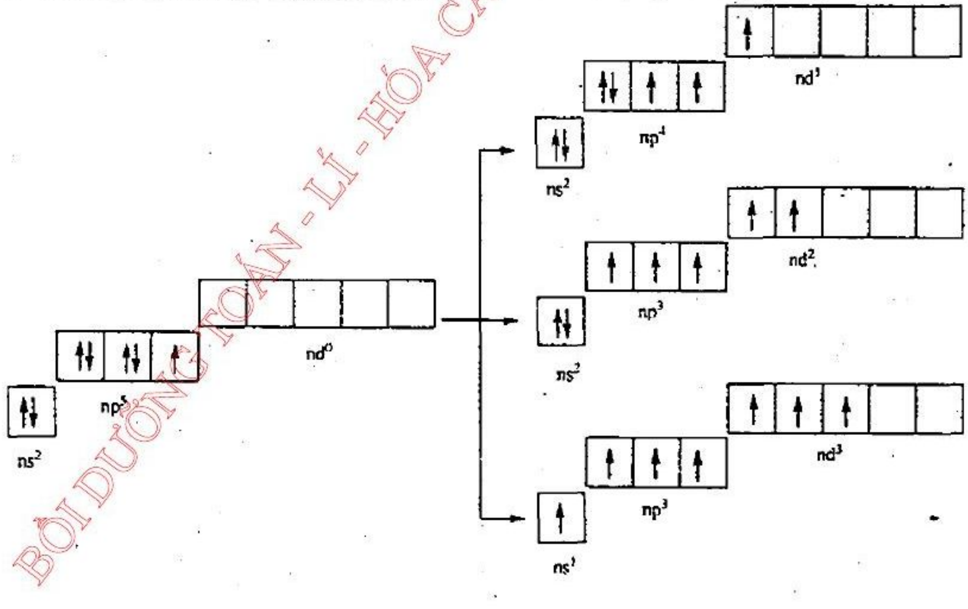
Từ flo đến iot, số lớp electron tăng dần và electron lớp ngoài cùng càng xa hạt nhân hơn.

Ở trạng thái cơ bản, các nguyên tử halogen đều có một electron độc thân.

Lớp electron ngoài cùng của nguyên tử flo là lớp thứ hai nên không có phân lớp d. Nguyên tử clo, brom và iot có phân lớp d còn trống, khi được kích thích 1, 2 hoặc 3 electron có thể chuyển đến những obitan còn trống:

Electron lớp ngoài cùng ở trạng thái cơ bản

Electron lớp ngoài cùng ở trạng thái kích thích



Như vậy, ở trạng thái kích thích, nguyên tử clo, brom hoặc iot có thể có 3, 5 hoặc 7 electron độc thân. Điều này giải thích khả năng tồn tại các trạng thái oxi hoá của clo, brom, iot.

Đơn chất halogen không phải là những nguyên tử riêng rẽ mà là những phân tử: Hai nguyên tử halogen X kết hợp với nhau bằng liên kết cộng hoá trị tạo thành phân tử X_2.

$$:\ddot{\underset{..}{X}}\cdot + \cdot\ddot{\underset{..}{X}}: \rightarrow :\ddot{\underset{..}{X}}:\ddot{\underset{..}{X}}: \rightarrow X-X$$

Công thức electron *Công thức cấu tạo*

Năng lượng liên kết X-X của phân tử X_2 không lớn (từ 151 đến 243 kJ/mol) nên các phân tử halogen tương đối dễ tách thành hai nguyên tử.

III. KHÁI QUÁT VỀ TÍNH CHẤT CỦA CÁC HALOGEN

1. Tính chất vật lí

Ở điều kiện thường: Flo là chất khí, màu lục nhạt; clo là chất khí, màu vàng lục; brom là chất lỏng, màu nâu đỏ; iot là chất rắn, màu đen tím.

Flo không tan trong nước vì nó phân huỷ nước rất mạnh. Các halogen khác tan tương đối ít trong nước và tan nhiều trong một số dung môi hữu cơ.

2. Tính chất hoá học

Nhóm halogen với 7 electron ở lớp ngoài cùng và độ âm điện lớn, nguyên tử halogen X dễ dàng lấy một electron tạo ra X^- có cấu hình khí trơ bền vững.

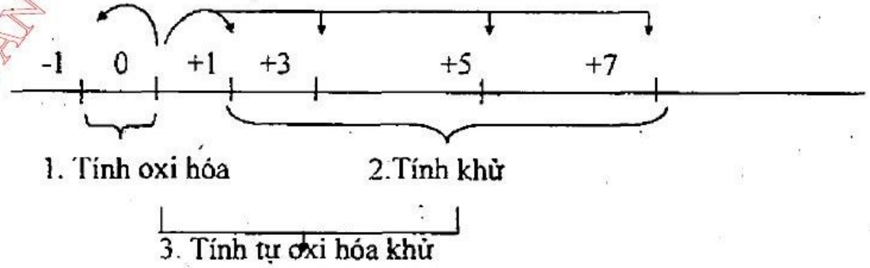
$$X^0 + 1e \rightarrow X^{-1}$$

$$ns^2np^5 \qquad ns^2np^6$$

Halogen là những phi kim điển hình, chúng là những chất oxi hoá mạnh. Khả năng oxi hoá giảm dần từ flo đến iot.

Trong các hợp chất, flo luôn có số oxi hoá - 1, các halogen khác ngoài số oxi hoá -1 còn có các số oxi hoá +1, +3, +5, +7.

Ở dạng đơn chất, các halogen tồn tại dưới dạng phân tử X_2. Có bậc oxi hóa trung gian là 0 là bậc oxi hóa trung gian. Nên nó vừa thể hiện tính oxi hóa vừa thể hiện tính khử.



2.1. Tính oxi hóa mạnh

$$X_2 + 2.1e \rightarrow 2X^-$$

a) Tác dụng với kim loại → muối halogenua

$2M + nX_2 \rightarrow 2MX_n$

(n là hóa trị cao nhất của kim loại M)

- F_2: Oxi hóa được tất cả các kim loại.

$Ca + F_2 \rightarrow CaF_2$ (Caxiflorua)

- Cl_2: Oxi hóa được hầu hết các kim loại, phản ứng cần đun nóng.

$2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2FeCl_3$ (Sắt (III) clorua)

$Cu + Cl_2 \xrightarrow{t^0} CuCl_2$ (Đồng (II) clorua)

- Br_2: Oxi hóa được nhiều kim loại, phản ứng cần đun nóng.

$2Fe + 3Br_2 \xrightarrow{t^0} 2FeBr_3$ (Sắt (III) bromua)

- I_2: Oxi hóa được nhiều kim loại, phản ứng chỉ xảy ra khi đun nóng hoặc khi có mặt của chất xúc tác.

$2Al + 3I_2 \xrightarrow{H_2O} 2AlI_3$ (Nhôm iotua)

Chú ý: - Các muối clorua đều tan trong nước, trừ AgCl (trắng), $PbCl_2$ (tan trong nước nóng), CuCl, HgCl (Hg_2Cl_2).

- Các muối bromua đều tan trong nước, trừ AgBr (vàng nhạt), $PbBr_2$, HgBr.

- Các muối iotua đều tan được trong nước, trừ AgI (vàng), PbI_2, HgI (đỏ), CuI.

- Hầu hết các muối florua đều không tan trong nước, trừ AgF, florua kim loại kiềm, NH_4F, AlF_3, HgF_2, SnF_2.

b) Tác dụng với phi kim

Các halogen tác dụng được với hầu hết các phi kim trừ N_2, O_2, C (kim cương).

$2P + 3Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2PCl_3$ (Photpho triclorua)

$2P + 5Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2PCl_5$ (Photpho pentaclorua)

$2S + Cl_2 \xrightarrow{t^0} S_2Cl_2$

$S + 3F_2 \rightarrow SF_6$

c) Tác dụng với hidro → khí hiđrohalogenua.

$X_2 + H_2 \rightarrow 2HX$

Khả năng phản ứng giảm dần từ $F_2 \rightarrow I_2$

- F_2: Phản ứng ngay trong bóng tối, ở $t^0 = -252^0C$, phản ứng tỏa nhiệt mạnh.

$F_2 (k) + H_2 (k) \xrightarrow{-252^0C} 2HF (k)\ \Delta H = -288,6\ kJ$

- Cl_2: Phản ứng xảy ra chậm ở nhiệt độ thường và trong bóng tối, xảy ra nhanh nếu chiếu sáng hoặc hơ nóng. Nếu tỉ lệ mol $H_2 : Cl_2 = 1 : 1$ thì hỗn hợp sẽ nổ mạnh.

$Cl_2 (k) + H_2 (k) \rightarrow 2HCl (k)\ \Delta H = -184,6\ kJ$

- Br_2: Cần đun nóng, phản ứng tỏa nhiệt.

$Br_2 (l) + H_2 (k) \xrightarrow{t^0} 2HBr (k)\ \Delta H = -71,98\ kJ$

- I_2: Cần nhiệt độ cao và có mặt chất xúc tác, phản ứng không hoàn và thu nhiệt.

$I_2 (r) + H_2 (k) \xrightleftharpoons{xt, t^0 cao} 2HI (k)\ \Delta H = 51,88\ kJ$

Chú ý: Khí HX tan trong nước tạo ra dung dịch axit HX, đều là các dung dịch axit mạnh (trừ HF).

d) Tác dụng với hợp chất có tính khử

$F_2 + H_2S \rightarrow 2HF + S$

$F_2 + H_2O \rightarrow HF + O_2$

$Cl_2 + H_2S \rightarrow 2HCl + S$

$3FeCl_2 + 3Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$

$Cl_2 + 2NaBr \rightarrow 2NaCl + Br_2$

$Cl_2 + 2NaI \rightarrow 2NaCl + I_2$

$Br_2 + H_2 \rightarrow 2HBr$

$Br_2 + 2NaI \rightarrow 2NaBr + I_2$

$I_2 + H_2S \rightarrow 2HI + S$

$I_2 + Na_2SO_3 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + 2HI$

Chú ý: - Halogen có oxi hóa tính mạnh hơn đẩy được halogen có tính oxi hóa yếu hơn ra khỏi dung dịch muối (trừ F_2). Thí dụ:

$Cl_2 + 2NaBr \rightarrow 2NaCl + Br_2$

Nếu NaBr hết, Cl_2 còn

$5Cl_2 + Br_2 + 6H_2O \rightarrow 2HBrO_3 + 10HCl$

Mà xảy ra phản ứng: $F_2 + H_2O \rightarrow 2HF + O_2\uparrow$

- Nước clo, brom có tính oxi hóa rất mạnh

$3Cl_2 + S + 4H_2O \rightarrow 6HCl + H_2SO_4$

$Cl_2 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2HCl + H_2SO_4$

$4Cl_2 + H_2S + 4H_2O \rightarrow 8HCl + H_2SO_4$

$Br_2 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2HBr + H_2SO_4$ (phản ứng nhận biết khí SO_2).

$Br_2 + H_2S \rightarrow 2HBr + S$

2.2. Tính khử

Theo dãy: F_2 - Cl_2 - Br_2 - I_2 tính khử tăng dần.

- Cl_2: Khử được F_2.

$Cl_2 + F_2 \rightarrow 2ClF$

- Br_2: Khử được Cl_2.

$5Cl_2 + 6H_2O + Br_2 \rightarrow 10HCl + 2HBrO_3$

- I_2: Khử được Cl_2, Br_2.

$5Cl_2 + 6H_2O + I_2 \rightarrow 10HCl + 2HIO_3$

$5Br_2 + 6H_2O + I_2 \rightarrow 10HCl + 2HIO_3$

2.3. Tính tự oxi hóa - khử.

a) Với H_2O.

- Cl_2: Phản ứng không hoàn toàn ở nhiệt độ thường

$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO$ (Axit hipoclorơ)

- Br_2: Ở ứng ở nhiệt độ tường, chậm hơn clo.

$Br_2 + H_2O \rightleftharpoons HBr + HBrO$ (Axit hipobromơ)

- I_2: Hầu như không tan trong nước nhưng tan trong dung dịch iotua kim loại kiềm:

$KI + I_2 \rightarrow KI_3$

Hoặc: $I^- + I_2 \rightarrow I_3^-$

b) Với dung dịch bazơ

$$Cl_2 + 2NaOH \rightarrow \underbrace{NaCl + NaClO + H_2O}_{\text{Nước Gia-ven}}$$

$$3Cl_2 + 6NaOH \xrightarrow{70^0C} 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$$

$$Cl_2 + Ca(OH)_2 \xrightarrow{30^0C} \underset{\text{(Clorua vôi)}}{CaOCl_2} + H_2O$$

$$3Br_2 + 6NaOH \rightarrow 5NaBr + NaBrO_3 + 3H_2O$$

$$3I_2 + 6NaOH \rightarrow 5NaI + NaIO_3 + 3H_2O$$

Chú ý: Nước Gia-ven, clorua vôi đều là chất oxi hóa mạnh, tác nhân oxi hóa là Cl^{+1}. Chúng có tính tẩy màu và sát trùng.

IV. ĐIỀU CHẾ

1. Điều chế F_2

Vì F_2 có tính oxi hóa mạnh nhất, nên phương pháp duy nhất để điều chế F_2 là dùng dòng điện để oxi hóa ion F^- trong florua nóng chảy (phương pháp điện phân). Trong công nghiệp, người ta điện phân hỗn hợp KF + HF (nhiệt độ 70⁰C). Khí H_2 thoát ra ở cực âm (catôt) và khí F_2 thoát ra ở cực dương (anôt).

$$2HF \xrightarrow{\text{điện phân}} H_2 + F_2$$

2. Điều chế Cl_2

a) Trong phòng thí nghiệm: Cho axit HCl đặc (hay hỗn hợp NaCl + H_2SO_4 đặc), tác dụng với các chất oxi hóa mạnh như MnO_2, $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, PbO_2, $KClO_3$, $CaOCl_2$, NaClO, ….

$$MnO_2 + 4HCl \xrightarrow{t^0} MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$$

$$MnO_2 + 4NaCl + 4H_2SO_4 \xrightarrow{t^0} MnCl_2 + 4NaHSO_4 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$$

$$2KMnO_4 + 16HCl \xrightarrow{t^0} 2MnCl_2 + 5Cl_2\uparrow + 2KCl + 8H_2O$$

$$K_2Cr_2O_7 + 14HCl \xrightarrow{t^0} 2KCl + 2CrCl_3 + 3Cl_2\uparrow + 7H_2O$$

$$CaOCl_2 + 2HCl \xrightarrow{t^0} CaCl_2 + H_2O + Cl_2\uparrow$$

$$2NaClO + 2HCl \xrightarrow{t^0} 2NaCl + Cl_2\uparrow + H_2O$$

b) Trong công nghiệp: Điện phân dung dịch NaCl, có màng ngăn.

$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{màng ngăn}]{\text{điện phân dung dịch}} 2NaOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

Nếu không có màng ngăn thì khí clo thoát ra sẽ phản ứng với NaOH tạo ra nước Gia-ven.

$Cl_2 + 2NaOH \rightarrow NaCl + NaClO + H_2O$

3. Điều chế Br_2, I_2

a) Trong phòng thí nghiệm: Dùng chất oxi hóa mạnh như MnO_2 oxi hóa ion I^-, Br^- trong môi trường axit H_2SO_4.

$2NaI + MnO_2 + 2H_2SO_4 \xrightarrow{t^o} MnSO_4 + I_2 + Na_2SO_4 + 2H_2O$

$2NaBr + MnO_2 + 2H_2SO_4 \xrightarrow{t^o} MnSO_4 + Br_2 + Na_2SO_4 + 2H_2O$

Hoặc: Có thể điều chế Br_2, I_2 bằng cách dùng Cl_2 (vừa đủ) oxi hóa ion I^-, Br^-.

$Cl_2 + 2NaBr \rightarrow 2NaCl + Br_2$

$Cl_2 + 2NaI \rightarrow 2NaCl + I_2$

b) Trong công nghiệp:

- Nguồn chính để sản xuất Br_2 trong công nghiệp nước biển và nước hồ muối, được axit hóa bằng H_2SO_4, sau đó cho khí Cl_2 (vừa đủ) sục qua.

$Cl_2 + 2NaBr \rightarrow 2NaCl + Br_2$

- Nguồn chính để sản xuất I_2 trong công nghiệp là rong biển và nước của lỗ khoan dầu mỏ.

$Cl_2 + 2NaI \rightarrow 2NaCl + I_2$

V. HỢP CHẤT HIĐROHALOGENUA VÀ AXIT HALOGENIC

Theo dãy:

HF - HCl - HBr - HI
$\longrightarrow$
Tính axit tăng, tính khử tăng

1. Tính axit

Ở điều kiện thường các HX đều là chất khí, dễ tan trong nước cho ra dung dịch axit HX.

Vì độ bền của liên kết H - X giảm dần từ H - F đến H - I, độ mạnh của axit HX tăng dần từ HF (axit yếu) đến HI. Các axit HCl, HBr, HI đều là các axit mạnh, trong nước phân li hoàn toàn.

$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

$HBr \rightarrow H^+ + Br^-$

$HI \rightarrow H^+ + I^-$

⇒ Các axit HCl, HBr, HI thể hiện đầy đủ tính chất của một axit mạnh.

- Làm quỳ tím hóa đỏ

- Tác dụng với bazơ → muối + nước

$2HCl + Cu(OH)_2 \rightarrow CuCl_2 + 2H_2O$

$HBr + NaOH \rightarrow NaBr + H_2O$

Chú ý: Nếu có hỗn hợp nhiều axit (chẳng hạn $HCl + H_2SO_4$) tác dụng với hỗn hợp nhiều bazơ (chẳng hạn $NaOH + Ba(OH)_2$) thì để đơn giản ta nên thay hỗn hợp axit bằng H^+ và hỗn hợp bazơ bằng OH^-.

$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$

$\Rightarrow n_{H^+} = n_{HCl} + 2n_{H_2SO_4}$; $n_{OH^-} = n_{NaOH} + 2n_{Ba(OH)_2}$

- Tác dụng với oxit bazơ → muối + nước

$2HCl + CuO \rightarrow CuCl_2 + H_2O$

$2HI + Na_2O \rightarrow 2NaI + H_2O$

Chú ý: Với oxit bazơ Fe_3O_4 khi tác dụng với axit HX (X:Cl, Br) tạo ra hai muối.

$8HCl + Fe_3O_4 \rightarrow 2FeCl_3 + FeCl_2 + 4H_2O$

$8HBr + Fe_3O_4 \rightarrow 2FeBr_3 + FeBr_2 + 4H_2O$

$8HI + Fe_3O_4 \rightarrow 3FeI_2 + I_2 + 4H_2O$

- Tác dụng với kim loại → Muối có hóa trị thấp + H_2

$2M + 2nHX \rightarrow 2MX_n + nH_2\uparrow$

M đứng trước H_2 (K → Pb); n: Hóa trị thấp của M.

$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

$Fe + 2HBr \rightarrow FeBr_2 + H_2\uparrow$

Chú ý: • Nếu có hỗn hợp nhiều axit (chẳng hạn $HCl + H_2SO_4$) tác dụng với hỗn hợp nhiều kim loại (chẳng hạn Na, Mg, Zn, Fe, Al) thì để đơn giản ta nên thay hỗn hợp axit bằng H^+.

$Na + H^+ \rightarrow Na^+ + 1/2H_2$

$Mg + 2H^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2$

$Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$

$Fe + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2$

$2Al + 6H^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 3H_2$

• Ag có thể tác dụng được với dung dịch HI giải phóng H_2, do kết tủa AgI khá bền ($K_S = 10^{-16}$).

$2Ag + 2HI \rightarrow 2AgI\downarrow + H_2\uparrow$

• Cu không tác dụng với dung dịch HCl. Tuy vậy với sự có mặt của oxi không khí, Cu bị oxi hóa thành muối đồng (II):

$2Cu + 4HCl + O_2 \rightarrow 2CuCl_2 + 2H_2O$

- *Tác dụng với dung dịch muối*

Có hai kiểu phản ứng

- *Do quan hệ đẩy:* Axit mạnh đẩy axit yếu hơn ra khỏi muối

$BaCO_3 + 2HCl \rightarrow BaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$

$Na_2S + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2S\uparrow$ (mùi trứng thối)

- *Phản ứng trao đổi.*

Muối tham gia phải tan, sản phẩm tạo thành phải có chất kết tủa không tan trong axit sinh ra.

$HCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

(Màu trắng)

$HBr + AgNO_3 \rightarrow AgBr\downarrow + HNO_3$

(Màu vàng nhạt)

$HI + AgNO_3 \rightarrow AgI\downarrow + HNO_3$

(Màu vàng đậm)

Riêng HF không phản ứng với dung dịch $AgNO_3$ do muối AgF tan trong nước.

Chú ý: HF có tính chất đặc biệt là ăn mòn thủy tinh (SiO_2).

$4HF + SiO_2 \rightarrow SiF_4\uparrow + 2H_2O$

Phản ứng trên được dùng để khắc thủy tinh.

2. Tính khử

Trong phân tử HX, số oxi hóa của X là -1, thấp nhất ⇒ thể hiện tính khử.

Theo dãy: HF - HCl - HBr - HI ⇒ tính khử của các HX tăng dần do độ bền liên kết H-X giảm dần (vì d_{H-X} tăng) ⇒ độ bền phân tử giảm dần.

- HF: Không thể hiện tính khử ở điều kiện thường, chỉ có thể oxi hóa bằng dòng điện. Vì phân tử HF rất bền.

- HCl: Khi đặc, thể hiện tính khử yếu, chỉ tác dụng với các chất oxi hóa mạnh như: MnO_2, $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, PbO_2, $KClO_3$, $CaOCl_2$, NaClO … vì phân tử HCl tương đối bền.

$MnO_2 + 4HCl \xrightarrow{t^o} MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$

$MnO_2 + 4NaCl + 4H_2SO_4 \xrightarrow{t^o} MnCl_2 + 4NaHSO_4 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$

$2KMnO_4 + 16HCl \xrightarrow{t^o} 2MnCl_2 + 5Cl_2\uparrow + 2KCl + 8H_2O$

$K_2Cr_2O_7 + 14HCl \xrightarrow{t^o} 2KCl + 2CrCl_3 + 3Cl_2\uparrow + 7H_2O$

$CaOCl_2 + 2HCl \xrightarrow{t^o} CaCl_2 + H_2O + Cl_2\uparrow$

$2NaClO + 2HCl \xrightarrow{t^o} 2NaCl + Cl_2\uparrow + H_2O$

$PbO_2 + 4HCl \xrightarrow{t^o} PbCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$

- HBr, HI: Đều là những chất khử mạnh, vì phân tử tương đối kém bền.

$2HBr$ (k) + H_2SO_4 đặc $\rightarrow Br_2 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

$8HI$(k) + H_2SO_4 đặc $\rightarrow 4I_2 + H_2S\uparrow + 4H_2O$

$4HBr + O_2 \rightarrow Br_2 + 2H_2O$

$4HI + O_2 \rightarrow I_2 + 2H_2O$

$MnO_2 + 4HBr \rightarrow MnBr_2 + Br_2 + 2H_2O$

$MnO_2 + 4HI \rightarrow MnI_2 + I_2 + 2H_2O$

3. Điều chế HX

- HF: CaF_2 (rắn) + H_2SO_4 đặc $\rightarrow CaSO_4 + 2HF\uparrow$
- HCl: NaCl (rắn) + H_2SO_4 đặc $\xrightarrow{250^0C} NaHSO_4 + HCl\uparrow$

$2NaCl$ (rắn) + H_2SO_4 đặc $\xrightarrow{>250^0C} Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$

- HBr, HI: Vì hai axit này có tính khử mạnh, phản ứng với H_2SO_4 đặc nên không thể dùng phương pháp sunfat để điều chế như điều chế HF và HCl.

$2NaBr$ (k) + $2H_2SO_4$ đặc $\rightarrow Br_2\uparrow + SO_2\uparrow + 2H_2O + Na_2SO_4$

$8NaI$ (k) + $5H_2SO_4$ đặc $\rightarrow 4I_2\uparrow + H_2S\uparrow + 4H_2O + 4Na_2SO_4$

Có thể điều chế HBr, HI bằng các phản ứng:

$PBr_3 + 3H_2O \rightarrow 3HBr + H_3PO_3$

$PI_3 + 3H_2O \rightarrow 3HI + H_3PO_3$

$H_2S + I_2 \rightarrow S\downarrow + 2HI$

4. Muối halogenua

- Các halogenua kim loại đều tan nhiều trong nước trừ halogenua của Ag^+, Pb^+, Hg(I).

Độ tan này giảm dần từ clorua đến iođua.

$$\xrightarrow[\text{Độ tan giảm dần}]{AgCl > AgBr > AgI}$$

- Nhận biết ion Cl^-, Br^-, I^-: Dùng dung dịch muối Ag^+ (thường là $AgNO_3$) làm thuốc thử.

$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$

(Màu trắng)

$NaBr + AgNO_3 \rightarrow AgBr\downarrow + NaNO_3$

(Màu vàng nhạt)

$NaI + AgNO_3 \rightarrow AgI\downarrow + NaNO_3$

(Màu vàng đậm)

5. Các hợp chất chứa oxi của halogen

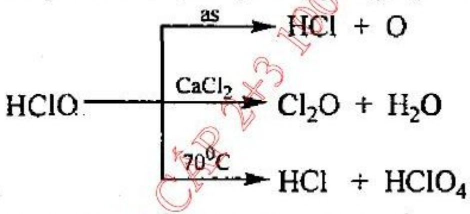
Oxit	Axit tương ứng	Muối
$\overset{+1}{Cl_2O}$ (Điclo oxit)	$\overset{+1}{HClO}$ (Axit hipoclorơ)	$\overset{+1}{NaClO}$ (Natri hipoclorit)
$\overset{+3}{Cl_2O_3}$ (Điclo trioxit)	$\overset{+3}{HClO_2}$ (Axit clorơ)	$\overset{+3}{NaClO_2}$ (Natri clorit)
$\overset{+5}{Cl_2O_5}$ (Điclo pentaoxit)	$\overset{+5}{HClO_3}$ (Axit cloric)	$\overset{+5}{KClO_3}$ (Kali clorat)
$\overset{+7}{Cl_2O_7}$ (Điclo heptaoxit)	$\overset{+7}{HClO_4}$ (Axit pecloric)	$\overset{+7}{KClO_4}$ (Kali peclorat)

a) Axit hipoclorơ ($HClO$) và hipoclorit (ClO^-)

- $HClO$ là axit yếu ($K_a = 5.10^{-8}$), yếu hơn H_2CO_3

$$KClO + CO_2 + H_2O \rightarrow KHCO_3 + HClO$$

- Độ bền phân tử rất kém, trong dung dịch nước tự phân hủy theo 3 hướng:



$$HClO \xrightarrow{as} HCl + O$$
$$HClO \xrightarrow{CaCl_2} Cl_2O + H_2O$$
$$HClO \xrightarrow{70^0C} HCl + HClO_4$$

- $HClO$ và ClO^- đều có tính oxi hóa rất mạnh

$$4HClO + PbS \rightarrow PbSO_4 + 4HCl$$
$$NaClO + 2HCl \text{ đặc} \rightarrow NaCl + Cl_2\uparrow + H_2O$$

b) Axit clorơ ($HClO_2$) và clorit (ClO_2^-)

- $HClO_2$ kém bền, chỉ tồn tại trong dung dịch nước.

- Tính axit và tính oxi hóa của $HClO_2$ nằm giữa $HClO$ và $HClO_3$.

- Muối clorit ($NaClO_2$, $KClO_2$, ...) có nguyên tử clo số oxi hóa +3 nên kém bền, tẩy trắng được vải sợi.

c) Axit cloric ($HClO_3$) và clorat (ClO_3^-)

- $HClO_3$ là axi khá mạnh (như HNO_3), tan nhiều trong nước.

- Phân tử $HClO_3$ kém bền, tồn tại trong dung dịch nước đến 40%, tự phân hủy khi đun nóng:

$$4HClO_3 \xrightarrow{t^o} 4ClO_2 + O_2\uparrow + 2H_2O$$

- $HClO_3$ là chất oxi hóa mạnh (clo có số oxi hóa +5)
- Điều chế $HClO_3$ bằng phản ứng trao đổi hoặc nhiệt phân:

$$Ba(ClO_3)_2 + H_2SO_4 \text{ loãng} \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2HClO_3$$

$$3HClO \xrightarrow{t^o} HClO_3 + 2HCl$$

- Muối clorat có tính oxi hóa mạnh khi đun nóng:

$$2KClO_3 + 3S \xrightarrow{t^o} 2KCl + 3SO_2\uparrow$$

$$KClO_3 + 6HCl \text{ đặc} \rightarrow KCl + 3Cl_2\uparrow + 3H_2O$$

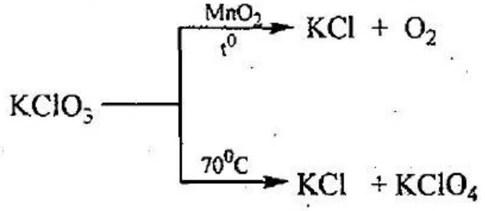
- Hỗn hợp $KClO_3 + S + C$ là thuốc nổ đen:

$$2KClO_3 + 2S + C \rightarrow 2KCl + 2SO_2 + CO_2$$

- $KClO_3$ được dùng làm thuốc diêm:

$$6P + 5KClO_3 \rightarrow 3P_2O_5 + 5KCl$$

- $KClO_3$ bị nhiệt phân theo hai hướng:



$$KClO_3 \xrightarrow[t^0]{MnO_2} KCl + O_2$$

$$KClO_3 \xrightarrow{70^0C} KCl + KClO_4$$

- Điều chế $KClO_3$:

$$3Cl_2 + 6KOH \xrightarrow{t^o} 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$$

$$KCl + 3H_2O \xrightarrow[t>70^0C]{\text{điện phân dung dịch}} KClO_3 + 3H_2\uparrow$$

d) Axit pecloric ($HClO_4$) và peclorat (ClO_4^-)

- $HClO_4$ là axit mạnh hàng đầu, tan nhiều trong nước.
- Bị nhiệt phân khi đun nóng nhẹ có mặt của chất hút nước như P_2O_5:

$$2HClO_4 \xrightarrow{P_2O_5,\, t^o} Cl_2O_5 + H_2O$$

- Axit $HClO_4$ trên 70% có tính oxi hóa mạnh, làm chất hữu cơ bốc cháy. So với các axit HClO, $HClO_2$ và $HClO_3$ thì $HClO_4$ có tính oxi hóa yếu hơn vì độ bền phân tử lớn hơn:

$$\xrightarrow{\text{Chiều tính axit và độ bền phân tử}}$$

$$HClO \; HClO_2 \; HClO_3 \; HClO_4$$

$$\xleftarrow[\text{Chiều tăng tính oxi hóa}]{}$$

- Tính oxi hóa ClO_4^- thể hiện khi nóng trong môi trường axit mạnh.
- Muối peclorat bị nhiệt phân khó hơn muối clorat.

$$KClO_4 \xrightarrow{t^o} KCl + 2O_2\uparrow$$

- Điều chế $HClO_4$:

$KClO_4$ (rắn) + H_2SO_4 (đặc) $\xrightarrow{t^o}$ $KHSO_4 + HClO_4\uparrow$

$KClO_3 + H_2O \xrightarrow{\text{điện phân dung dịch}} KClO_4 + H_2\uparrow$

B. KĨ THUẬT GIẢI NHANH CÁC LOẠI BÀI TẬP

LOẠI 1. HOÀN THÀNH SƠ ĐỒ CHUYỂN HÓA VÀ ĐIỀU CHẾ

Phương pháp: Nắm vững tính chất hóa học và các phương pháp điều chế halogen và hợp chất của halogen

Thí dụ 1: Bổ túc chuỗi phản ứng sau (ghi rõ điều kiện phản ứng, nếu có):

a) $HCl \rightarrow Cl_2 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow NaCl \rightarrow HCl \rightarrow CuCl_2 \rightarrow AgCl \rightarrow Ag$

b) $KMnO_4 \rightarrow Cl_2 \rightarrow HCl \rightarrow FeCl_2 \rightarrow AgCl \rightarrow Cl_2 \rightarrow Br_2 \rightarrow I_2 \rightarrow ZnI_2 \rightarrow Zn(NO_3)_2 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnCl_2$.

c) $NaCl \rightarrow Cl_2 \rightarrow KClO \rightarrow KClO_3 \rightarrow KClO_4 \rightarrow KCl \rightarrow AgCl$

d) $Cl_2 \rightarrow KClO_3 \rightarrow KCl \rightarrow Cl_2 \rightarrow CaOCl_2 \rightarrow CaCl_2 \rightarrow Cl_2 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow CuCl_2 \rightarrow Cl_2 \rightarrow O_2$

e) $KF \rightarrow F_2 \rightarrow CaF_2 \rightarrow HF \rightarrow SiF_4$

g) $NaBr \rightarrow Br_2 \rightarrow HBr \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow HCl \rightarrow FeCl_2 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow NaCl \rightarrow NaClO \rightarrow NaClO_3 \rightarrow Cl_2$

Giải

a) $4HCl + MnO_2 \rightarrow MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$

$3Cl_2 + 2Fe \xrightarrow{t^0} 2FeCl_3$

$FeCl_3 + 3NaOH \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl$

$NaCl + H_2SO_4$ đặc $\xrightarrow{250^0C} NaHSO_4 + HCl$

$CuO + 2HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$

$CuCl_2 + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2AgCl\downarrow$

$2AgCl \xrightarrow{as} 2Ag + Cl_2$

b) $2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 2MnCl_2 + 2KCl + 5Cl_2\uparrow + 8H_2O$

$Cl_2 + H_2 \xrightarrow{t^0} 2HCl$

$2HCl + Fe \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

$FeCl_2 + 3AgNO_3 \rightarrow 2AgCl\downarrow + Fe(NO_3)_3 + Ag\downarrow$

$2AgCl \xrightarrow{as} 2Ag + Cl_2$

$Cl_2 + 2NaBr \rightarrow 2NaCl + Br_2$

$Br_2 + 2NaI \rightarrow 2NaBr + I_2$

$I_2 + Zn \xrightarrow{t^0} ZnI_2$

$ZnI_2 + 2AgNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + 2AgI\downarrow$

$Zn(NO_3)_2 + 2NaOH$ (thiếu) $\rightarrow Zn(OH)_2\downarrow + 2NaNO_3$

$Zn(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4]$

$Na_2[Zn(OH)_4] + 2HCl$ (thiếu) $\rightarrow 2NaCl + Zn(OH)_2 + 2H_2O$

$Zn(OH)_2 + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + 2H_2O$

c) $2NaCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{Có màng ngăn}]{\text{Điện phân dung dịch}} 2NaOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

$Cl_2 + 2KOH \rightarrow KCl + KClO + H_2O$

$3KClO \xrightarrow{t^0} KClO_3 + 2KCl$

$4KClO_3 \xrightarrow{t^0} KCl + 3KClO_4$

$KClO_4 + 8HCl \rightarrow KCl + 4Cl_2 + 4H_2O$

$KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$

d) $3Cl_2 + 6KOH \xrightarrow{t^0} 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$

$KClO_3 + 6HCl \rightarrow KCl + 3Cl_2\uparrow + 3H_2O$

$2KCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{Có màng ngăn}]{\text{Điện phân dung dịch}} 2KOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

$Cl_2 + Ca(OH)_2$ (sữa vôi) $\xrightarrow{t^0} CaOCl_2 + H_2O$

$2CaOCl_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow CaCl_2 + CaCO_3 + 2HClO$

$CaCl_2 \xrightarrow{\text{Điện phân nóng chảy}} Ca + Cl_2$

$3Cl_2 + 2Fe \xrightarrow{t^0} 2FeCl_3$

$Cu + 2FeCl_3 \rightarrow CuCl_2 + 2FeCl_2$

$CuCl_2 \xrightarrow{\text{Điện phân dung dịch}} Cu + Cl_2$

$2Cl_2 + 2H_2O \xrightleftharpoons{as} 4HCl + O_2$

e) $2KF \xrightarrow[\text{Có mặt HF}]{\text{Điện phân nóng chảy}} 2K + F_2$

$F_2 + Ca \xrightarrow{t^0} CaF_2$

$CaF_2 + H_2SO_4$ đặc $\xrightarrow{250^0C} CaSO_4 + 2HF$

$4HF + SiO_2 \rightarrow SiF_4 + 2H_2O$

g) $Cl_2 + 2NaBr \rightarrow 2NaCl + Br_2$

$Br_2 + H_2 \xrightarrow{t^0} 2HBr$

$2HBr + H_2SO_4$ đặc $\rightarrow SO_2 + Br_2 + 2H_2O$

$SO_2 + Cl_2 + 2H_2O \rightarrow 2HCl + H_2SO_4$

H_2SO_4 đặc $+ NaCl \xrightarrow{250^0C} NaHSO_4 + HCl$

$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

$2FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$

$FeCl_3 + 3NaOH \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl$

$NaCl + H_2O \xrightarrow[\text{Không màng ngăn}]{\text{Điện phân dung dịch}} NaClO + H_2\uparrow$

$NaClO + O_2 \rightarrow NaClO_3$

$NaClO_3 + 6HCl \rightarrow NaCl + 3Cl_2\uparrow + 3H_2O$

Thí dụ 2: Bổ túc phản ứng:

$KMnO_4 + HCl \rightarrow (A) + (B)\uparrow + (C) + (D)$

$(A) + (D) \rightarrow (E) + (B)\uparrow + (H)\uparrow$

$(E) + (B) \rightarrow (A) + (F) + (D)$

$Mn + (B) \rightarrow (C)$

$(A) \rightarrow (G) + (B)$

$(G) + (D) \rightarrow (E) + (H)\uparrow$

$(E) + (B) \xrightarrow{t^0} (A) + (I) + (D)$

$(I) \rightarrow (A) + (L)\uparrow$

$(G) + (L) \rightarrow (M)$

$(M) + (D) \rightarrow (E)$

Giải

$2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow \underset{(A)}{2KCl} + \underset{(C)}{2MnCl_2} + \underset{(B)}{5Cl_2\uparrow} + \underset{(D)}{8H_2O}$

$2KCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{Có màng ngăn}]{\text{Điện phân dung dịch}} \underset{(E)}{2KOH} + Cl_2\uparrow + \underset{(H)}{H_2\uparrow}$

$2KOH + Cl_2 \rightarrow KCl + \underset{(F)}{KClO} + H_2O$

$2Mn + Cl_2 \xrightarrow{t^0} MnCl_2$

$2KCl \xrightarrow{\text{Điện phân nóng chảy}} \underset{(G)}{2K} + Cl_2$

$2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2\uparrow$

$6KOH + 3Cl_2 \xrightarrow{t^0} 5KCl + \underset{(I)}{KClO_3} + 3H_2O$

$2KClO_3 \xrightarrow[t^0]{MnO_2} 2KCl + \underset{(L)}{3O_2}$

$4K + O_2 \rightarrow \underset{(M)}{2K_2O}$

$K_2O + H_2O \rightarrow 2KOH$

Thí dụ 3: Bổ túc các phản ứng sau:

a) $HCl + ? \rightarrow Cl_2\uparrow + ? + ?$

b) $? + ? \rightarrow CuCl_2 + ?$

c) $HCl + ? \rightarrow CO_2 + ? + ?$

d) $MgBr_2 + ? \rightarrow Br_2 + ?$

e) $Fe_3O_4 + ? \rightarrow FeCl_2 + ? + ?$

f) $? + ? \rightarrow SiF_4 + ?$

g) $Cl_2 + ? \rightarrow O_2 + ?$

Giải

a) $4HCl + MnO_2 \rightarrow MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$

b) $2HCl + CuO \rightarrow CuCl_2 + H_2O$

c) $2HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$

d) $MgBr_2 + Cl_2 \rightarrow Br_2 + MgCl_2$

e) $Fe_3O_4 + 8HCl \rightarrow FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2O$

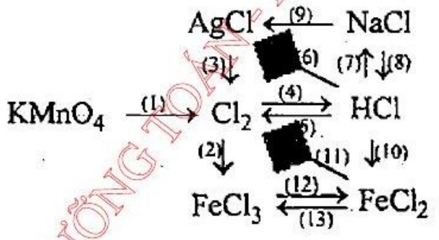
f) $4HF + SiO_2 \rightarrow SiF_4 + 2H_2O$

g) $2Cl_2 + 2H_2O \xrightarrow{as} 4HCl + O_2$

Thí dụ 4: Từ các chất: HCl, Cl_2, NaCl, $FeCl_2$, $FeCl_3$, AgCl, $KMnO_4$. Hãy lập sơ đồ biểu diễn mối liên hệ giữa các chất trên. Viết phương trình hóa học của các phản ứng theo sơ đồ chuyển hóa đó.

Giải

Sơ đồ biểu diễn mối liên hệ giữa các chất (mỗi mũi tên là một phản ứng):



Các phương trình hóa học theo sơ đồ:

(1) $2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2\uparrow + 8H_2O$

(2) $3Cl_2 + 2Fe \rightarrow 2FeCl_3$

(3) $2AgCl \xrightarrow{t^0} 2Ag + Cl_2$

(4) $Cl_2 + H_2 \xrightarrow{t^0} 2HCl$

(5) $4HCl + MnO_2 \rightarrow MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$

(6) $HCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

(7) $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

(8) $NaCl + H_2SO_4$ đặc $\xrightarrow{250^0C} NaHSO_4 + HCl$

(9) $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$

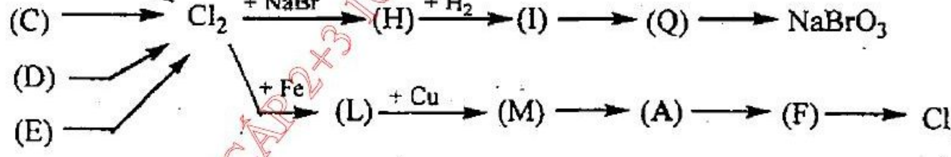
(10) $2HCl + Fe \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

(11) $FeCl_2 \xrightarrow{\text{Điện phân dung dịch}} Fe + Cl_2$

(12) $2FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$

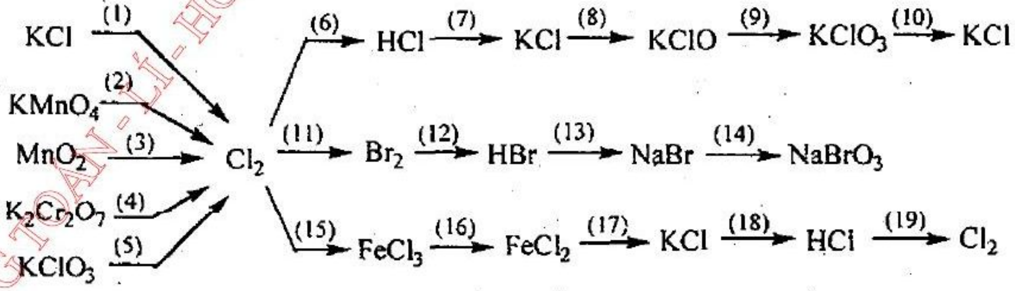
(13) $2FeCl_3 + Cu \rightarrow 2FeCl_2 + CuCl_2$

Thí dụ 5: Viết các phương trình biểu diễn biến hóa sau:


(A)
(B)
(C)
(D)
(E)
Cl2
+ H2
(F)
(A)
+ H2O
(G)
+ O2
(E)
(A)
+ NaBr
(H)
+ H2
(I)
(Q)
NaBrO3
+ Fe
(L)
+ Cu
(M)
(A)
(F)
Cl2

Với A, B, D, E, G là các hợp chất của kim loại K.

Giải


KCl
(1)
KMnO4
(2)
MnO2
(3)
K2Cr2O7
(4)
KClO3
(5)
Cl2
(6)
HCl
(7)
KCl
(8)
KClO
(9)
KClO3
(10)
KCl
(11)
Br2
(12)
HBr
(13)
NaBr
(14)
NaBrO3
(15)
FeCl3
(16)
FeCl2
(17)
KCl
(18)
HCl
(19)
Cl2

Các phương trình hóa học theo sơ đồ chuyển hóa trên:

(1) $2KCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{Có màng ngăn}]{\text{Điện phân dung dịch}} 2KOH + Cl_2\uparrow + H_2\uparrow$

(A)

(2) $2KMnO_4 + 16HCl$ đặc $\rightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2\uparrow + 8H_2O$

(B)

(3) $MnO_2 + 4HCl$ đặc $\rightarrow MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$
(C)

(4) $K_2Cr_2O_7 + 14HCl$ đặc $\rightarrow 2KCl + 2CrCl_3 + 3Cl_2\uparrow + 7H_2O$
(D)

(5) $KClO_3 + 6HCl$ đặc $\rightarrow KCl + 3Cl_2\uparrow + 3H_2O$

(6) $Cl_2 + H_2 \xrightarrow{t^0} 2HCl$
(F)

(7) $KOH + HCl \rightarrow KCl + H_2O$

(8) $KCl + H_2O \xrightarrow[\text{Không màng ngăn}]{\text{Điện phân dung dịch}} KClO + H_2\uparrow$
(G)

(9) $KClO + O_2 \rightarrow KClO_3$

(10) $2KClO_3 \xrightarrow[t^0]{MnO_2} 2KCl + 3O_2\uparrow$

(11) $Cl_2 + 2NaBr \rightarrow 2NaCl + Br_2$
(H)

(12) $Br_2 + H_2 \xrightarrow{t^0} 2HBr$
(I)

(13) $NaOH + HBr \rightarrow NaBr + H_2O$
(Q)

(14) $NaBr + 3H_2O \xrightarrow[\text{Không màng ngăn}]{\text{Điện phân dung dịch}} NaBrO_3 + 3H_2\uparrow$

(15) $3Cl_2 + 2Fe \xrightarrow{t^0} 2FeCl_3$
(L)

(16) $2FeCl_3 + Cu \rightarrow 2FeCl_2 + CuCl_2$
(M)

(17) $FeCl_2 + 2KOH \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow + 2KCl$

(18) $KCl + H_2SO_4$ đặc $\xrightarrow{t^0} KHSO_4 + HCl\uparrow$

(19) $2HCl$ đặc $+ CaOCl_2 \rightarrow CaCl_2 + Cl_2\uparrow + H_2O$

Thí dụ 6: Từ các nguyên liệu ban đầu là muối ăn, nước, đá vôi, quặng pirit sắt (FeS_2). Hãy viết phương trình hóa học của các phản ứng để điều chế:

a) Axit clohidric b) Nước Gia-ven c) Clorua vôi
d) Sắt (III) clorua e) Natri clorat g) Canxi clorua

Giải

a) $2NaCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{Có màng ngăn}]{\text{Điện phân dung dịch}} 2NaOH + Cl_2\uparrow + H_2\uparrow$

$H_2 + Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2HCl$

$HCl + H_2O \rightarrow$ dung dịch axit HCl

b) $Cl_2 + 2NaOH \rightarrow NaClO + NaCl + H_2O$

c) $CaCO_3 \xrightarrow{t^0} CaO + CO_2\uparrow$

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$

$Ca(OH)_2$ (sữa vôi) $+ Cl_2 \xrightarrow{t^0} CaOCl_2 + H_2O$

d) $2H_2O \xrightarrow[\text{Có } H^+]{\text{Điện phân}} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$

$4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{t^0} 2Fe_2O_3 + 8SO_2\uparrow$

$Fe_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2FeCl_3 + 3H_2O$

e) $3Cl_2 + 6NaOH \xrightarrow{t^0} NaClO_3 + 5NaCl + 3H_2O$

g) $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$

Thí dụ 7: Từ Cl_2, Fe, K và H_2O có thể điều chế được

a) những muối nào? b) những hiđroxit nào?

Giải

a) Có thể điều chế được các muối:

- $FeCl_3$: $2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2FeCl_3$
- $FeCl_2$: $FeCl_3 + H_2O \rightarrow$ dung dịch $FeCl_3$

$2FeCl_3 (dd) + Fe \rightarrow 3FeCl_2$

Hoặc: $2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2\uparrow$

$H_2 + Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2HCl$

$HCl + H_2O \rightarrow$ dung dịch HCl

$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

- KCl: $2K + Cl_2 \xrightarrow{t^0} 2KCl$
- KClO: $2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2\uparrow$

$Cl_2 + 2KOH \rightarrow KClO + KCl + H_2O$

- $KClO_3$: $3Cl_2 + 6KOH \xrightarrow{t^0} KClO_3 + 5KCl + 3H_2O$
- $KClO_4$: $4KClO_3 \xrightarrow{t^0} 3KClO_4 + KCl$

b)

- KOH: $2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2\uparrow$
- $Fe(OH)_2$: Ở trên ta điều chế được $FeCl_2$ và KOH

$FeCl_2 + 2KOH \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow + 2KCl$

Sn^{2+}		Kết tủa màu trắng tan trong OH^- dư	$Sn^{2+} + 2OH^- \rightarrow Sn(OH)_2\downarrow$ $Sn(OH)_2 + 2OH^- \rightarrow [Sn(OH)_4]^{2-}$
Al^{3+}		Kết tủa màu trắng keo tan trong OH^- dư	$Al^{3+} + 3OH^- \rightarrow Al(OH)_3\downarrow$ $Al(OH)_3 + OH^- \rightarrow [Al(OH)_4]^-$
Ag^+		Kết tủa màu đen	$2Ag^+ + 2OH^- \rightarrow Ag_2O\downarrow + H_2O$
Mg^{2+}		Kết tủa màu trắng	$Mg^{2+} + 2OH^- \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow$
Hg^{2+}		Kết tủa màu đỏ.	$Hg^{2+} + 2OH^- \rightarrow HgO\downarrow + H_2O$
CO_3^{2-}	Dung dịch axit H^+	Sủi bọt khí không mùi thoát ra.	$2H^+ + CO_3^{2-} \rightarrow CO_2\uparrow + H_2O$
HCO_3^-		Sủi bọt khí không mùi thoát ra.	$HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_2\uparrow + H_2O$
SO_3^{2-}		Sủi bọt khí mùi hắc thoát ra.	$2H^+ + SO_3^{2-} \rightarrow SO_2\uparrow + H_2O$
HSO_3^-		Sủi bọt khí mùi hắc thoát ra.	$HSO_3^- + H^+ \rightarrow SO_2\uparrow + H_2O$
SO_4^{2-}	Dung dịch muối SO_4^{2-}	Có kết tủa trắng xuất hiện	$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$
Hg^{2+}	Dung dịch muối I^-	Xuất hiện kết tủa màu đỏ	$Hg^{2+} + 2I^- \rightarrow HgI_2\downarrow$

Thí dụ 1: Trình bày phương pháp hóa học để phân biệt các khí riêng biệt đựng trong các lọ mất nhãn: Cl_2, H_2, HCl và CO_2.

Giải

Dùng dung dịch $AgNO_3$ làm thuốc thử. Nhận ra khí HCl vì có kết tủa màu trắng xuất hiện, không tan trong HNO_3.

$AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$

Ba khí còn lại lần lượt cho tác dụng với dung dịch $Ba(OH)_2$ dư. Nếu có kết tủa trắng xuất hiện thì đó là CO_2.

$Ba(OH)_2 + CO_2 \rightarrow BaCO_3\downarrow + 2H_2O$

Dùng dung dịch KI + hồ tinh bột làm thuốc thử đối với hai khí H_2 và Cl_2 còn lại. Nếu tạo thành dung dịch màu xanh là Cl_2.

$Cl_2 + 2KI \rightarrow 2KCl + I_2$

I_2 + Hồ tinh bột → Dung dịch màu xanh

Khí còn lại là H_2 không hiện tượng gì.

Thí dụ 2: Trình bày phương pháp hóa học để phân biệt các dung dịch riêng biệt đựng trong các lọ mất nhãn: NaCl, NaF, Na_2S, NaI, NaBr, Na_2CO_3.